ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 6 JUIN 1922.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE BERTIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du Décret, en date du 1er juin 1922, qui porte approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Henri Lebesgue** pour occuper, dans la Section de Géométrie, la place vacante par le décès de M. *C. Jordan*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Henri Lebesgue** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente le tome 57 des *Mémoires de l'Académie des Sciences* et annonce qu'il est en distribution au Secrétariat.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Farid Boulad Bey**, membre de l'Institut d'Égypte.

M. **B. Baillaud**, président de l'*Union astronomique internationale*, et M. **Ch. Lallemand**, président de l'*Union internationale de Géodésie et de Géophysique*, rendent compte des travaux du Congrès qui vient de se tenir à Rome.

MINÉRALOGIE. — *Sur la composition et les caractères chimiques de la thortveitite de Madagascar.* Note de MM. **Ch. Boulanger** et **G. Urbain.**

M. A. Lacroix, auquel on doit une description minutieuse de la Thortveitite ([1]) de Madagascar, nous a remis obligeamment plusieurs centaines de grammes de ce minéral, dont un lot qu'il avait pris soin de purifier. Nos analyses ont porté sur divers échantillons de ce dernier lot.

Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau suivant :

	I.	II.	III.	IV.	V.	Moyennes.
SiO^2	44,1	43,9	43,7	44,5	44,2	44,1
Sc^2O^3	41,7	41,8	42,6	42,8	43,4	42,4
ZrO^2	9,9	7,4	7,8	»	»	8,4
Al^2O^3	2,6	3,5	3,8	»	»	3,3
Fe^2O^3	2,2	2,0	1,8	»	»	2,0
	100,5	98,6	99,7	»	»	100,2

La scandine obtenue dans ces dosages renfermait une petite quantité de terres yttriques reconnues tout d'abord par M. A. de Gramont ([1]) à leurs lignes spectrales. La proportion de ces terres est d'ailleurs infime, ce qui est la particularité intéressante de la thortveitite de Madagascar. En effet, des minéraux analogues d'origine norvégienne analysés ([2]) par Schetelig, Tauchert, Sterba contenaient des proportions de terres yttriques comprises entre 17,7 et 4,26 pour 100, alors que le minéral de Madagascar n'en renferme guère que 0,5 pour 100. Ces terres yttriques ont pu être séparées du scandium par deux méthodes dont R.-J. Meyer et H. Winter ont donné les principes ([3]).

Dans la première, les acétylacétonates mixtes sont soumis à la distillation dans le vide : l'acétylacétonate de scandium distille seul. Cette méthode nous a donné des nombres légèrement inférieurs à 1 pour 100 en oxydes yttriques, mais manifestement trop élevés, car le résidu de la distillation renfermait encore une très notable proportion de scandium résultant d'une décomposition partielle de son acétylacétonate.

La deuxième méthode qui consiste à précipiter le scandium sous forme de fluosilicate, alors que les terres yttriques restent en solution, nous a donné le nombre 0,3 pour 100 qui paraît être un peu faible.

([1]) *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 421.

([2]) *Norsk. Geol. Tid.*, juillet 1920.

([3]) *Zeits. für anorg. Chem.*, t. 67, 1910, p. 398.

Nous n'avons pu observer jusqu'ici dans ces terres yttriques que la présence de l'yttrium, du néoytterbium et du lutécium.

L'alumine obtenue dans ces analyses révèle au spectrographe la présence d'une trace de glucine.

Nous avons d'autre part observé, au cours des opérations, la présence de traces très faibles de manganèse, d'étain, d'antimoine et de plomb. Une tentative faite pour doser l'étain qui, de ces impuretés, nous a paru être la principale, nous a donné le nombre 0,05 pour 100 qui ne saurait représenter que l'ordre de grandeur.

Les difficultés que présentait cette analyse tiennent principalement à la nature du minéral; la thortveitite de Madagascar n'est attaquée ni par l'acide chlorhydrique, ni par l'acide azotique, ni par l'acide sulfurique. Même à haute température, les bisulfates l'attaquent mal. L'acide fluorhydrique et surtout le fluorure d'ammonium donnent des résultats un peu meilleurs encore que l'attaque soit très lente.

Avec la soude fondue, la désagrégation est plus rapide; mais après la reprise par l'eau, il est nécessaire d'attaquer le résidu une seconde fois. Une troisième fois est parfois indispensable. Ces attaques successives nuisent certainement à la précision des résultats. Nous n'avons pas cru devoir donner plus d'un chiffre décimal, l'expérience nous ayant appris que la deuxième décimale n'avait généralement aucune signification.

HYDROLOGIE. — *Étude des eaux des glaciers d'Argentière et des Bossons.* Note (¹) de MM. D'ARSONVAL, BORDAS et TOUPLAIN.

Les recherches les plus récentes de l'hydrogéologie ont montré que les règles jusqu'ici admises touchant la constance de composition et la pureté microbienne des eaux de sources étaient loin d'être aussi absolues qu'on le supposait.

Les épidémies d'origine hydrique et les études bactériologiques des eaux d'alimentation qui en furent la conséquence, démontrèrent que les sources, de la craie en particulier pouvaient être contaminées par des eaux de ruissellement et que dans de nombreux cas, des sources à débit important n'étaient que des résurgences de ruisseaux ayant cheminé plus ou moins longtemps dans le sous-sol sans avoir subi la moindre filtration.

(¹) Séance du 29 mai 1922.

Ces faits ont été mis en lumière par les travaux de Martel, le Coupey de la Forest, Dienert, etc. Depuis lors les hygiénistes ont une médiocre confiance dans la pureté des eaux de sources; certains d'entre eux, et nous sommes de ceux-là, considèrent qu'elles sont toutes contaminables.

Les recherches que nous poursuivons à l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie, en vue de réaliser des méthodes d'investigation permettant de suivre et d'enregistrer les variations de la composition chimique des sources hydrominérales, nous ont amenés à étudier les torrents issus des glaciers et à les considérer comme de véritables sources.

Les observations de Faraday, de Tyndall, de Forbes, d'Agassiz, de Dessor, de Dollfus, de Charles Martins et de Roland Bonaparte, permettent d'expliquer le mécanisme de la formation des glaciers ainsi que les conditions qui en amènent la lente progression vers les vallées inférieures.

Nous avons dirigé nos recherches sur les eaux des torrents issus des glaciers des Bossons et d'Argentière; le premier, qui descend comme on le sait, dans la vallée de Chamonix, est alimenté par les névés du mont Blanc, du Dôme du Goûter, du mont Blanc du Tacul, du mont Maudit et de l'Aiguille du Midi. Il possède un bassin d'alimentation bien homogène. Il n'en est pas de même du glacier d'Argentière; ce dernier était autrefois plus important qu'à l'heure actuelle, puisqu'il se joignait, sur sa rive droite, au glacier du Tour et réunissait sur sa rive gauche deux glaciers latéraux aujourd'hui disparus, et un troisième un peu indépendant, en quelque sorte suspendu, celui de Lognan, qui laisse couler des eaux sur des prairies alpestres avant de pénétrer sous la partie terminale du glacier d'Argentière.

Les échantillons ont été recueillis directement à la sortie du glacier par une belle journée chaude du mois de septembre 1921, à raison de deux pour chaque glacier et à 15 minutes d'intervalle. Les eaux des deux glaciers avaient la même température de 4°. Elles étaient louches et contenaient des substances solides en suspension dont la grosseur et la densité étaient différentes. Les unes gagnaient assez rapidement le fond du vase; d'autres mettaient plusieurs jours pour s'y déposer; des particules plus fines encore ne pouvaient en être séparées que par filtration, d'autres enfin restaient en suspension indéfiniment à l'état colloïdal.

L'examen microscopique, fait en lumière directe et en lumière polarisée, a permis de caractériser le quartz, le feldspath et le mica.

L'ultramicroscope a révélé la présence de particules extrêmement fines de formes irrégulières animées de mouvements browniens; certaines d'entre elles en traversant le pinceau lumineux reflétaient vivement la lumière avec production d'anneaux irisés dont la coloration variait suivant leur nature.

Les indices de réfraction à 17°,5 et la cryoscopie n'ont pas permis de constater de

différences entre les échantillons prélevés au même glacier ni entre ceux provenant des glaciers d'Argentière et des Bossons. Il n'en a pas été de même pour la résistivité électrique.

Substances solubles ou à l'état colloïdal.	Glacier d'Argentière. 1.	Glacier d'Argentière. 2.	Glacier des Bossons. 1.	Glacier des Bossons. 2.
Résistivité électrique à 18°.				
Sur liquide reposé......	28.350ohms	56.700ohms	29.565ohms	23.085ohms
Sur liquide filtré........	25.272	50.220	28.350	23.085
Conductibilité spécifique.				
Sur liquide reposé......	$3,5 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{-5}$	$3,3 \times 10^{-5}$	$4,3 \times 10^{-5}$
Sur liquide filtré........	$3,9 \times 10^{-5}$	$1,9 \times 10^{-5}$	$3,5 \times 10^{-5}$	$4,3 \times 10^{-5}$

Nous voyons par ce Tableau que la conductibilité spécifique peut accuser une différence du simple au double entre deux échantillons prélevés au même torrent et à un quart d'heure de distance. Les variations dans la composition chimique peuvent s'expliquer par l'afflux de quantités d'eau plus ou moins pure.

Il suffit de se rappeler que les apports d'eau provenant soit de la fonte de la neige ou des névés, soit de la partie superficielle du glacier peuvent par des irruptions plus ou moins brusques dans le lit du torrent sous-glaciaire augmenter ou diminuer la minéralisation de l'eau; ces afflux subits augmentent le débit du torrent en accroissant l'action mécanique exercée sur les roches ou sur le sol.

L'analyse chimique nous a permis de différencier très nettement les eaux du glacier des Bossons de celles d'Argentière.

Pour 100 *de matière minérale :*

	Argentière.	Bossons.
Silice..................................	77,59	53,60
Oxyde de fer et alumine...............	14,49	39,86
Chaux	2,93	4,07
Magnésie..............................	0,18	2,89
Potasse	2,98	4,80

Cet examen montre des écarts sensibles dans la minéralisation générale des eaux, et l'on remarquera particulièrement la faible quantité de magnésie contenue dans l'échantillon provenant d'Argentière comparativement avec celui prélevé au glacier des Bossons ; ces premières observations, qui seront poursuivies dans la suite, laissent entrevoir la possibilité de connaître

la nature géologique des terrains recouverts par des glaciers plus ou moins importants, grâce à l'analyse physico-chimique des eaux des torrents qui en sont issus.

On peut même prélever des échantillons d'eau à diverses altitudes dans les crevasses profondes d'un glacier et connaître ainsi les variations de composition du sol sur lequel il repose.

Enfin, une dernière conclusion s'impose, c'est que les torrents issus des glaciers, véritables sources, comme nous l'avons dit, ont une composition encore plus variable que les sources ordinaires. On a comparé avec juste raison un glacier à une éponge qui exprime son eau soit par compression, soit par circulation libre à travers ses crevasses et son lit; d'autre part, le sol dans lequel circulent les sources peut être également comparé à une éponge, mais ici les phénomènes de compression n'existent pas et quant à ceux dus à la gravité, ils sont, bien entendu, moins accentués. Toutes ces raisons expliquent parfaitement les inégalités si marquées et si rapides constatées dans les eaux de torrents glaciaires.

M. **Daniel Berthelot** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : *La physique et la métaphysique des théories d'Einstein*.

M. le **Président** fait hommage à l'Académie de deux mémoires posthumes de M. **J. Boulvin**, ancien Correspondant pour la Section de Mécanique, intitulés : *Tirage induit par trompe aspirante* et *A propos de l'étude des machines à vapeur par le diagramme entropique*.

NOMINATIONS.

MM. **A. Lacroix**, **Ch. Barrois**, **P. Termier**, **Em. Haug** sont délégués au *XIIIe Congrès géologique international* qui se tiendra à Bruxelles au mois d'août prochain.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une brochure intitulée : *Jules Carpentier* (1851-1821) *in memoriam*.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Détermination du champ magnétique extérieur du Soleil par la structure de la couronne du Soleil et les constantes des aurores boréales*. Note de M. **Carl Stormer**, présentée par M. Deslandres.

Dans une Note *Sur la structure de la couronne du Soleil* ([1]), parue en 1911, j'ai trouvé une relation entre le moment M du champ magnétique extérieur du Soleil et le produit caractéristique $H\rho$ des corpuscules électriques causant l'aurore boréale. Ici

$$H\rho = \frac{m}{e} v,$$

où m est la masse, e la charge en unités électromagnétiques et v la vitesse du corpuscule. H et ρ sont le champ magnétique et le rayon de courbure; le champ est supposé identique à celui d'une sphère magnétisée d'une manière homogène, c'est-à-dire identique à celui d'un aimant élémentaire. La relation trouvée

$$\frac{M}{H\rho} = 3{,}02.10^{22}, \qquad (1)$$

qui n'est qu'approximative, fut déduite *en supposant que les corpuscules qui causent l'aurore boréale sur la Terre sont les mêmes qui causent les rayons de la couronne solaire extérieure*. Enfin, la relation doit correspondre à la période de l'*activité minimum* du Soleil.

Depuis, j'ai réussi, par l'étude des matériaux recueillis dans mon expédition d'aurore boréale à Bossekop en 1913 ([2]), à déterminer le produit $H\rho$ des corpuscules causant l'aurore.

En effet, les aurores boréales sont le mieux expliquées en les supposant causées par des rayons cathodiques correspondant à la valeur

$$H\rho = 700 \text{ environ},$$

c'est-à-dire à une vitesse de l'ordre de 120000^{km} par seconde, obtenue en passant par une chute de potentiel de 40000 volts.

([1]) *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 425.

([2]) *Geofysiske Publikationer*, *Christiania*, vol. 1, n° 5, p. 219.

En substituant cette valeur dans la relation (1), on trouve

$$M = 2.10^{25}.$$

Comme, d'autre part, la force magnétique le long de l'axe et dans le plan équatorial de l'aimant élémentaire sont respectivement, en gauss,

$$\frac{2M}{r^3} \quad \text{et} \quad \frac{M}{r^3},$$

où r est la distance en centimètres à l'aimant; on en tire près de la surface du Soleil, où $r = 7.10^{10}$ cm, les valeurs respectives

$$1,2.10^{-7} \quad \text{et} \quad 0,6.10^{-7},$$

c'est-à-dire des valeurs du même ordre que celles trouvées en 1911 par M. Deslandres par la méthode des vitesses radiales [1].

On est ainsi arrivé, par deux méthodes différentes, au même résultat relatif au champ magnétique extérieur du Soleil.

Il semble que ce champ extérieur est essentiellement différent du champ beaucoup plus fort découvert par M. Hale à l'aide de l'effet Zeeman et situé plus profondément dans l'atmosphère solaire [2].

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les actions électromagnétiques dans un système isotrope.* Note [3] de M. **Louis Roy**, transmise par M. E. Cosserat.

Les actions électromagnétiques qui s'exercent dans un système isotrope ont été données autrefois par P. Duhem [4]; mais, ainsi qu'il le fait remarquer, son analyse suppose essentiellement que les courants soient distincts des aimants, car elle fait intervenir dans des intégrales triples les dérivées secondes par rapport aux coordonnées de l'inverse de la distance d'une particule aimantée à un élément de courant. La présente Note a pour but d'établir que les formules données par P. Duhem subsistent dans le cas général où les courants circulent dans la substance magnétique.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 571.

(2) Comparer la Note de M. Deslandres dans les *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 517.

(3) Séance du 29 mai 1922.

(4) P. Duhem, *Les actions électrodynamiques et électromagnétiques* (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1re série, t. 8, 1894).

Soient, à l'instant t, (f, g, h) le courant total en un point (x, y, z) d'un élément de volume $d\varpi$ du système; (Φ, Ψ, Ω) le potentiel vecteur de l'aimantation du système au même point; $\frac{\mathfrak{A}^2}{2}$, ε' les constantes fondamentales de l'Électrodynamique et des actions magnétiques; le travail élémentaire des actions électromagnétiques relatif au déplacement virtuel $\delta(x, y, z)$ de chaque point du système est

$$(1) \qquad \mathfrak{T}_e = \frac{\mathfrak{A}}{\sqrt{2}}\sqrt{\varepsilon'}\int \left| f\left(\delta\Phi + \Phi\frac{\partial\,\delta x}{\partial x} + \Psi\frac{\partial\,\delta y}{\partial x} + \Omega\frac{\partial\,\delta z}{\partial x}\right)\right| d\varpi,$$

l'intégration s'étendant au système entier et le signe $|\ \ |$ désignant une somme de trois termes analogues à celui qui est écrit.

Soit $(\mathcal{A}, \mathcal{B}, \mathcal{C})$ l'intensité d'aimantation au point (ξ, η, ζ) où se trouve un élément de volume $d\varpi'$ du système; si l'on pose

$$(2) \qquad (\mathcal{L}, \mathfrak{M}, \mathfrak{N}) = \int \frac{(\mathcal{A}, \mathcal{B}, \mathcal{C})}{r}\, d\varpi',$$

l'intégration s'étendant au système entier, avec $r^2 = |(\xi - x)^2|$, on a

$$\Phi = -\frac{\partial\mathfrak{N}}{\partial y} + \frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial z}, \qquad \Psi = -\frac{\partial\mathcal{L}}{\partial z} + \frac{\partial\mathfrak{N}}{\partial x}, \qquad \Omega = -\frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial x} + \frac{\partial\mathcal{L}}{\partial y};$$

d'où, pour la variation virtuelle de Φ,

$$\delta\Phi = \left|\frac{\partial\Phi}{\partial x}\delta x\right| - \frac{\partial\,\delta'\mathfrak{N}}{\partial y} + \frac{\partial\,\delta'\mathfrak{M}}{\partial z},$$

les variations δ' étant relatives aux seules variations $\delta(\xi, \eta, \zeta)$ des coordonnées de $d\varpi'$. En transformant certaine intégrale triple en intégrale de surface étendue à chaque surface S séparative de deux corps contigus 1 et 2, en désignant par $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$; $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2$ les cosinus directeurs des normales à S intérieures à chacun des deux corps et en remarquant que $\delta'(\mathcal{L}, \mathfrak{M}, \mathfrak{N})$ sont des fonctions de x, y, z continues dans tout l'espace, on a ainsi

$$(3) \qquad \int |f\,\delta\Phi|\, d\varpi = \int \left| f\left(\frac{\partial\Phi}{\partial x}\delta x + \frac{\partial\Phi}{\partial y}\delta y + \frac{\partial\Phi}{\partial z}\delta z\right)\right| d\varpi + \Theta,$$

en posant

$$(4) \qquad \Theta = \int |(\beta_1 f_1 + \beta_2 f_2)\,\delta'\mathfrak{N} - (\gamma_1 f_1 + \gamma_2 f_2)\,\delta'\mathfrak{M}|\, dS + \int \left|\frac{\partial f}{\partial y}\delta'\mathfrak{N} - \frac{\partial f}{\partial z}\delta'\mathfrak{M}\right| d\varpi.$$

Or, on ne changera évidemment pas la nature des forces électromagnétiques en considérant, avec P. Duhem, une modification virtuelle

où chaque particule $d\varpi'$ se déplace à la façon d'un solide, auquel le vecteur $(\mathcal{A}, \mathcal{B}, \mathcal{C})$ soit invariablement lié ; dans une telle modification, on a

$$\delta' \, d\varpi' = 0$$

et

$$\delta'\mathcal{A} = \mathcal{C}\omega' - \mathcal{B}\omega'', \qquad \delta'\mathcal{B} = \mathcal{A}\omega'' - \mathcal{C}\omega, \qquad \delta'\mathcal{C} = \mathcal{B}\omega - \mathcal{A}\omega',$$

$(\omega, \omega', \omega'')$ étant la rotation moyenne correspondante de la particule $d\varpi'$; d'où, d'après (2),

$$(5) \qquad \delta'\mathcal{L} = \int \left(\frac{\mathcal{C}\omega' - \mathcal{B}\omega''}{r} + \mathcal{A} \left| \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial \xi} \delta\xi \right| \right) d\varpi', \qquad \ldots,$$

variations qui ne dépendent de x, y, z que par l'intermédiaire de r. Si donc on considère les fonctions $\mathcal{P}$, $\mathcal{Q}$, $\mathcal{R}$ de ξ, η, ζ, t définies par trois égalités telles que

$$\mathcal{P} = \frac{\mathfrak{A}}{\sqrt{2}} \int \left(\frac{\partial h}{\partial y} - \frac{\partial g}{\partial z} \right) \frac{d\varpi}{r} + \frac{\mathfrak{A}}{\sqrt{2}} \int \frac{\beta_1 h_1 + \beta_2 h_2 - \gamma_1 g_1 - \gamma_2 g_2}{r} \, dS,$$

qui deviennent par une transformation évidente

$$\mathcal{P}(\xi, \eta, \zeta, t) = -\frac{\mathfrak{A}}{\sqrt{2}} \int \left(h \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y} - g \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z} \right) d\varpi, \qquad \ldots,$$

l'expression (4) devient, d'après (5),

$$(6) \qquad \frac{\mathfrak{A}}{\sqrt{2}} \Theta = -\int \left| \left(\mathcal{A} \frac{\partial \mathcal{P}}{\partial \xi} + \mathcal{B} \frac{\partial \mathcal{Q}}{\partial \xi} + \mathcal{C} \frac{\partial \mathcal{R}}{\partial \xi} \right) \delta\xi + (\mathcal{B}\mathcal{R} - \mathcal{C}\mathcal{Q})\,\omega \right| d\varpi'$$

et l'égalité (1), d'après (3) et (6) et après une intégration par parties,

$$\begin{aligned} \mathfrak{T}_c = & -\frac{\mathfrak{A}}{\sqrt{2}} \sqrt{\varepsilon'} \int (|f_1 \alpha_1| \, |\Phi \, \delta x_1| + |f_2 \alpha_2| \, |\Phi \, \delta x_2|) \, dS \\ & - \frac{\mathfrak{A}}{\sqrt{2}} \sqrt{\varepsilon'} \int \left| \left[-g \left(\frac{\partial \Psi}{\partial x} - \frac{\partial \Phi}{\partial y} \right) + h \left(\frac{\partial \Phi}{\partial z} - \frac{\partial \Omega}{\partial x} \right) + \Phi \left| \frac{\partial f}{\partial x} \right| \right] \delta x \right| d\varpi \\ & - \sqrt{\varepsilon'} \int \left| \left(\mathcal{A} \frac{\partial \mathcal{P}}{\partial \xi} + \mathcal{B} \frac{\partial \mathcal{Q}}{\partial \xi} + \mathcal{C} \frac{\partial \mathcal{R}}{\partial \xi} \right) \delta\xi + (\mathcal{B}\mathcal{R} - \mathcal{C}\mathcal{Q})\,\omega \right| d\varpi', \end{aligned}$$

les deux intégrales triples s'étendant au système entier. Nous retrouvons ainsi l'expression donnée par P. Duhem, mais affranchie des restrictions qu'elle supposait. Les forces électromagnétiques s'en déduisent immédiatement : par exemple, les composantes de la force par unité de volume due aux courants et appliquée en un point du milieu aimanté sont les coefficients de $\delta(\xi, \eta, \zeta)$.

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau rayonnement et son application à l'étude de l'ultraviolet de Millikan et de Lyman.* Note de M. G. REBOUL, présentée par M. E. Bouty.

Un corps peu conducteur de l'électricité, parcouru par un courant dans des conditions convenables, impressionne une plaque photographique. Les particularités de cette impression amènent à supposer que le corps, quand un courant le traverse, est le siège d'émission d'un rayonnement très absorbable. J'ai indiqué précédemment (¹) les expériences mettant hors de doute l'existence de ce rayonnement et permettant de déterminer les longueurs d'onde des radiations qui le forment.

I. Les coefficients d'absorption du rayonnement par l'air ou par diverses substances se déterminent facilement en opérant comme il a été indiqué précédemment.

En prenant le centimètre pour unité de longueur, on trouve pour les coefficients d'absorption par l'air des valeurs variant, suivant les conditions expérimentales, entre 12 et 17. La comparaison de ces résultats avec ceux qu'a donnés M. Holweck amènerait à attribuer aux radiations, qui correspondent à ces coefficients d'absorption, des longueurs d'onde variant de 40 à 50 Angströms.

Malheureusement, les résultats publiés par M. Holweck (²) ne donnent qu'une partie de la courbe qui lie les variations du coefficient d'absorption à la longueur d'onde; or l'expérience montre que, dans la région des rayons X mous, ce coefficient augmente avec la longueur d'onde, au contraire dans l'ultraviolet extrême, il diminue à mesure que la longueur d'onde croît; la courbe de variation présente donc une branche ascendante dans la région des rayons X mous, puis une branche descendante quand on se rapproche de l'ultraviolet de Schumann. Il s'ensuit qu'à une valeur du coefficient d'absorption correspondent au moins deux valeurs de la longueur d'onde, l'une dans la région des rayons X, l'autre dans l'ultraviolet de Lyman ou de Millikan.

M. Holweck a donné pour l'absorption par le celluloïd des résultats plus complets, la courbe, liant les coefficients d'absorption par cette substance à la longueur d'onde, s'étend des rayons X à l'ultraviolet de Schumann, elle

---

(¹) G. REBOUL, *Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 1162.

(²) F. HOLWECK, *Thèse de doctorat*, Paris, 1922.

présente un maximum dans le voisinage de 350 Angströms. Il était donc possible, en déterminant les coefficients d'absorption par le celluloïd du rayonnement étudié, de faire disparaître toute ambiguïté.

Les pellicules avec lesquelles on a opéré ont été préparées comme l'a déjà indiqué M. Holweck; la détermination du coefficient d'absorption est facile, l'expérience donne des valeurs voisines de $1,75.10^5$, ces valeurs sont très rapprochées de la valeur maxima que M. Holweck a trouvée pour les radiations de longueur d'onde voisine de 350 Angströms. Les radiations qui forment le rayonnement étudié appartiendraient donc à l'ultraviolet de Millikan et auraient des longueurs d'onde voisines de 300 à 350 Angströms.

II. La facilité avec laquelle on obtient ces radiations permet d'en déterminer aisément les propriétés principales.

Leur principal caractère est leur grande facilité d'absorption par toute substance. Leur coefficient d'absorption par l'air est voisin de 15; pour le celluloïd, il se rapproche de $1,7.10^5$. Les autres substances essayées ont été l'alun, le sel gemme, le spath, le gypse, le mica, le quartz et la fluorine. Cette dernière, seule, se laisse traverser de manière appréciable par le rayonnement et permet de déterminer la valeur du coefficient d'absorption, on le trouve égal à 105. Malheureusement, il est difficile d'obtenir la plupart de ces substances en lames suffisamment minces : une lame de quartz de $0^{mm},1$ ne laisse pratiquement rien passer; étant donnée la sensibilité des appareils employés, on peut en déduire que le coefficient d'absorption par cette substance n'est pas inférieur à 10^3. Pour le mica que l'on veut avoir en lames très minces, ce coefficient d'absorption est certainement supérieur à 10^4.

Nous avons déjà indiqué que la plaque photographique est impressionnée par ces radiations; en employant des cellules comme celles qui ont été précédemment décrites, l'action sur la plaque se fait sentir après quelques minutes de pose, on peut même obtenir, au bout de quelques heures de pose, le noircissement d'une substance aussi peu sensible que le papier au citrate d'argent. Dans le voisinage d'une cellule en fonctionnement, il y a une assez forte odeur d'ozone; des métaux fraîchement polis, comme le cuivre ou le laiton, noircissent au bout d'un certain temps d'exposition, probablement par suite d'une oxydation superficielle. Il semble également y avoir une légère action sur les tissus organiques.

L'étude de la forme des courbes que l'on obtient pour le courant de saturation correspondant à ce rayonnement montre qu'en même temps qu'ionisation du gaz traversé par le rayonnement, il doit y avoir production d'effet

photo-électrique ou de rayonnement secondaire par les parties métalliques atteintes par ces radiations.

Enfin on constate que, dans des conditions convenables, ces radiations sont susceptibles de produire des actions analogues à la cohération, quand elles tombent sur des électrodes très rapprochées l'une de l'autre.

III. Les résultats qui précèdent ont été obtenus avec des cellules à rayonnement constituées comme il a été indiqué dans la Note citée plus haut ; en opérant avec le même appareil, mais dans des conditions expérimentales différentes, nous avons pu obtenir des radiations moins absorbables que les précédentes et qui se placeraient dans la partie de l'ultraviolet étudiée par Lyman.

PHYSIQUE. — *Thermostats à enceintes multiples.*
Note de M. **A. Tian**, présentée par M. G. Urbain.

Au cours d'expériences sur l'hydrolyse lente des sels [1], ayant dû maintenir constante pendant longtemps la température de solutions salines, j'ai été amené à perfectionner la construction habituelle des thermostats. J'ai cherché à éviter l'agitation continue indispensable dans les appareils actuels; en outre, j'ai étudié d'une manière générale le réglage des thermostats en vue de leur donner une disposition plus rationnelle. Je vais seulement décrire ici succinctement le nouveau type de thermostat auquel j'ai été conduit et en donner les principales propriétés [2].

Dans les *thermostats à enceintes multiples* la température n'est pas systématiquement répartie d'une manière uniforme, mais au contraire on cherche seulement à réaliser l'équilibre thermique dans chacune des enceintes concentriques, isolées les unes des autres, qui les composent. En outre, ces appareils ne nécessitent aucune agitation.

L'enceinte centrale est constituée par un vase de cuivre fermé contenant le bain thermostatique, et isolé sur toute sa surface extérieure par une couche de feutre. Ce vase est placé dans une ou plusieurs boîtes également en cuivre, fermées et isolées entre elles de la même manière. La boîte extérieure reçoit le chauffage et dissipe la chaleur; c'est avec elle que le thermorégulateur est en relation calorifique *aussi bonne que possible*, ce qui con-

---

(1) *Journal de Chimie physique*, t. 19, 1921, p. 190; *Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 1179.

(2) Un exposé étendu de mes recherches sur la Thermostatique sera publié dans un autre Recueil.

duit à immerger ce dernier dans un bain de mercure auxiliaire, lui-même en contact calorifique excellent avec la boîte extérieure [1]. Il est très utile, comme j'aurai l'occasion de le montrer ailleurs, de disposer un deuxième bain de mercure identique au premier et symétriquement placé, destiné à recevoir un thermomètre dont la constante de refroidissement est la même que celle du régulateur, afin de permettre la détermination correcte de la *température de réglage*, la mesure de la *sensibilité propre du régulateur* et de la *sensibilité apparente du réglage* et enfin, s'il y a lieu, la *correction thermostatique*.

Le volume du bain doit être assez grand pour que le dégagement de chaleur qui peut résulter d'une réaction chimique ne détermine pas une élévation sensible de la température du bain. En Chimie, les expériences qui exigent la plus grande précision dans la constance de la température sont celles relatives aux mesures de vitesses de réaction : pour ces mesures, une précision de 0°,01 est parfois nécessaire. Afin de rester dans cette limite, on serait amené à adopter pour des réactions très exothermiques et rapides (la chaleur ne pouvant alors se diffuser hors du bain) des volumes qui pourraient paraître excessifs : par exemple 100 à 200 fois le volume du système en expérience. En fait, les mesures précises de dynamique ne s'effectuent que sur des réactions relativement lentes, ayant presque toujours une faible thermicité. Enfin les procédés physiques si souvent employés pour suivre l'évolution d'un système ne nécessitent qu'une masse très petite, tout à fait négligeable si le bain comporte un à deux litres d'eau. L'emploi d'un thermostat à enceintes multiples ne semble donc présenter en aucun cas de véritable difficulté.

Une expérience devant être réalisée à une température à peu près déterminée T, on opérera comme suit pour obtenir rapidement cette température (en chauffant le bain avec une source extérieure, par exemple) avec une précision comparable à celle que l'on obtiendra ultérieurement dans la constance de la température : après un chauffage préalable à une température T' aussi voisine que possible de T, on modifiera le régulateur pour qu'il maintienne la température à la valeur T' : l'équilibre thermique définitif sera ainsi obtenu en quelques minutes. La modification exercée sur le régulateur consistera par exemple à soulever progressivement le fil de platine qui établit le contact électrique avec le mercure, en suivant la varia-

---

(1) Les tubes de fer contenant les deux bains de mercure sont soudés sur toute leur longueur à deux génératrices opposées du cylindre constituant la boîte extérieure.

tion de la température de réglage sur le thermomètre dans le second bain auxiliaire de mercure.

Les principales propriétés de ces thermostats sont les suivantes :

1° *L'amortissement des oscillations thermiques* dues au jeu du régulateur est pratiquement complet. Ainsi, dans un thermostat à trois enceintes, l'amplitude des oscillations était réduite à moins du millième de sa valeur, de sorte qu'avec un régulateur donnant dans l'enceinte *primaire* des variations atteignant quelques dixièmes de degré, les fluctuations du *tertiaire*, inférieures à 0°,001, étaient insensibles.

2° On réalise sans difficulté, même avec des écarts de plusieurs dizaines de degrés sur la température ambiante, l'*uniformité thermique du bain thermostatique*. La variation de température avec le niveau a été de quelques millièmes de degré dans un thermostat à deux enceintes, et, dans un autre à trois enceintes, n'a pu être décelée. Toutefois le liquide du bain ne doit pas être volatil à la température utilisée, ou il faut éviter soigneusement la diffusion de sa vapeur, car toute évaporation créerait une cause permanente de déséquilibre thermique.

3° La température thermostatique est à très peu près *indépendante de la température ambiante ;* le bain est en effet soustrait à tout échange direct de chaleur avec l'extérieur [1]. Sans doute le thermostat ne sera *fidèle* que si le régulateur l'est lui-même, mais toute cause d'altération de la température thermostatique, étrangère au thermostat, est pratiquement éliminée.

4° Grâce aux très bonnes relations thermiques entre le régulateur et la partie externe qui supporte le chauffage et le refroidissement, grâce à la faible capacité calorifique de cette enceinte, *la sensibilité du réglage est peu inférieure à la sensibilité propre du régulateur*. On obtient ainsi très facilement avec des régulateurs relativement peu sensibles une constance remarquable de la température : ainsi la fixité à 0°,01 qui suffit pour les expériences les plus précises de Chimie, s'obtient avec un régulateur comportant quelques centimètres cubes de mercure et une tige à peine capillaire.

5° Enfin, comme on se l'était proposé, l'emploi de ces thermostats *évite toute agitation permanente*.

Je dois ajouter encore que la construction des thermostats à deux ou trois enceintes, qui paraissent suffisants au moins pour les expériences de Chimie, ne présente aucune difficulté.

---

[1] Il est d'ailleurs possible de faire une *correction thermostatique*, ainsi qu'il sera indiqué ailleurs, pour supprimer complètement l'influence de la température ambiante.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres d'étincelles dans l'eau.*
Note de MM. **Léon** et **Eugène Bloch**, présentée par M. M. Brillouin.

Les spectres d'étincelles métalliques en milieu liquide ont été examinés sommairement par Wilsing, Hale, Lockyer, et d'une façon plus détaillée par Konen et Finger. Nous avons repris cette étude d'une façon systématique pour les métaux suivants : zinc, cadmium, mercure [1], calcium, magnésium, aluminium, thallium, cuivre, argent, fer, étain, plomb, antimoine et bismuth [2]. Nos observations ont porté sur la région 5000-2200 A. Elles ont toutes été faites dans les mêmes conditions de réglage optique et de régime électrique. L'étincelle est oscillante, la fréquence mesurée est voisine de 570000.

Nos observations concordent avec celles de nos prédécesseurs sur un certain nombre de points, elles les corrigent ou les complètent sur beaucoup d'autres. Voici le résumé des conclusions auxquelles nous arrivons :

1° Le spectre continu intense qui accompagne la production des étincelles dans l'eau, et qui semble à peu près indépendant du métal employé, s'atténue et disparaît quand la fréquence diminue progressivement. Ce spectre paraît dû à l'hydrogène et prend naissance dans le trait de feu central.

2° Les raies métalliques se classent très nettement en deux catégories : les raies noires ou raies d'émission et les raies renversées ou raies d'absorption. Les raies noires, qui présentent les phénomènes connus d'élargissement vers le rouge (effet Stark), prennent elles aussi naissance dans la partie centrale de l'étincelle. Les raies renversées sont dues à l'absorption du spectre continu par la couche de vapeur enveloppant l'étincelle.

3° L'augmentation de la self, en même temps qu'elle fait disparaître le spectre continu, fait apparaître en émission les raies qui étaient d'abord renversées.

4° En règle générale, les raies d'émission sont toujours des raies d'étincelle, les raies renversées sont toujours des raies d'arc, et, à cet égard, les spectres d'étincelles sous l'eau fournissent un critérium précis et commode. Exceptionnellement, certaines raies d'étincelle très intenses (Ca, Mg)

---

(1) Sous forme d'amalgame de cadmium.

(2) Ces deux métaux n'ont pas été examinés par nos prédécesseurs.

peuvent apparaître partiellement renversées ou certaines raies d'arc (Zn, Hg) sont à la fois renversées et émises.

5° Il apparaît dans l'étincelle sous l'eau des raies d'arc (renversées) qui n'existent pas (ou existent très faiblement) dans l'étincelle à l'air. Le spectre d'étincelle sous l'eau du fer, par exemple, donne par ses raies renversées le « négatif » du spectre d'arc ordinaire du fer.

6° Le spectre d'étincelle sous l'eau présente avec une netteté et une intensité exceptionnelle parmi ses raies renversées les *raies caractéristiques* du spectre de flamme (de Watteville). Ce sont les raies $1S\text{-}1p_2$ du zinc, du cadmium et du mercure (λ3076, 3261, 2536), les raies 1S-1P du calcium et du magnésium (λ4227, 2852), etc. D'une façon générale il y a une analogie complète entre les spectres de raies renversées de l'étincelle sous l'eau et les spectres de flammes étudiés par M. de Watteville.

La photographie des étincelles métalliques sous l'eau, par la séparation qu'elle fait automatiquement entre les raies d'arc et les raies d'étincelle, et par les différences d'aspect qu'elle donne entre les raies, paraît un moyen assez puissant de recherche des régularités spectrales.

Nous l'avons mise à profit pour isoler dans le spectre d'étincelle de l'étain, quatre doublets à différence de fréquence constante :

λ.	Δν.	λ.	Δν.	λ.	Δν.	λ.	Δν.
3487,3 3412,9	624,84	3352,47 3283,60	625,45	2488,0 2449,9	624,86	1979,8 1955,6	624,90

et pour caractériser dans le spectre d'arc du cuivre diverses raies de combinaison nouvelles. C'est ainsi qu'on a entre les fréquences α et β des raies 2618,45 et 5105,75 la relation $\alpha - \beta = 1\pi_1 - 2\pi_1$.

ÉLECTRICITÉ. — *Amortissement des oscillations des résonateurs de T. S. F.* Note de M. DE BELLESCIZE (²) (résumé par M. Maurice Leblanc).

Les appareils récepteurs de T. S. F. comportant une antenne associée à un amplificateur à résonance donnent souvent naissance à des phénomènes complexes.

M. de Bellescize en a recherché les causes et a remis à ce sujet deux plis cachetés à l'Académie des Sciences; il s'était proposé d'étudier ce qui se

(¹) Voir pour les notations A. FOWLER, *Report on Series in Line spectra*, p. 111.
(²) Plis cachetés nos 8851 du 21 mars 1921 et 8923 du 10 octobre 1921.

passe lorsque l'antenne est soumise, soit à une onde d'amplitude et de fréquence constante, soit à une onde parasite et apériodique.

Dans une nouvelle Note, résumant les précédentes, il déclare que l'expérience a justifié ses prévisions dans le premier cas, mais non complètement dans le second.

Considérons un amplificateur comportant n étages de résonance, l'antenne tenant lieu du premier étage. L'étage de rang p est un circuit fermé comprenant une self-induction L_p, une capacité C_p, une résistance R_p.

Soit $\omega_p = \frac{1}{\sqrt{L_p C_p}}$ sa pulsation propre, δ_p son décrément logarithmique, v_p la différence de potentiel totale aux bornes de C_p.

Ces étages sont reliés par des lampes à trois électrodes.

L'antenne est supposée soumise, d'une part à la force électromotrice $E \sin \omega t$ des ondes hertziennes, d'autre part à une force électromotrice de réaction due à l'induction du courant de plaque de la $n^{\text{ième}}$ lampe; de telles réactions peuvent être voulues, mais, la plupart du temps, elle existent sans qu'il soit possible de les éviter.

$v_1 = V \sin(\omega t + \varphi)$ désignant la différence de potentiel exercée par l'antenne sur la première lampe, la force électromotrice de réaction peut être représentée par $KV \sin(\omega t + \varphi + \psi)$, tout au moins tant que les lampes travaillent dans la partie droite de leur caractéristique.

On a donc l'équation

$$E \sin \omega t + KV \sin(\omega t + \varphi + \psi) = C_1 L_1 \frac{d^2 v_1}{dt^2} + R_1 C_1 \frac{dv_1}{dt} + v_1$$

dont la solution graphique conduit à l'expression

$$V = \frac{E}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2 - K \cos \psi\right]^2 + \left[\frac{\delta_1}{\pi} \frac{\omega}{\omega_1} - K \sin \psi\right]^2}}.$$

Lorsque la condition $1 - \left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2 = K \cos \psi$ sera remplie, il y aura résonance, la réactance de l'antenne étant annulée par la composante déwattée de la réaction; il faut aussi faire en sorte que le terme $\frac{\delta_1}{\pi} \frac{\omega}{\omega_1} - K \sin \psi$ ait une valeur faible mais positive.

La différence de phase ψ est la somme de deux termes ψ_m et $\sum_{2 \text{ à } n} (\xi_p)$; le premier ψ_m représente le déphasage généralement voisin de $\pm \frac{\pi}{2}$, qui existe-

rait si tous les résonateurs étaient accordés sur l'onde à recevoir; le second est la somme des déphasages dus aux désaccords des circuits successifs, et l'on a

$$\operatorname{tang}\xi_p = \frac{1-\left(\frac{\omega}{\omega_p}\right)^2}{\frac{\delta_p}{\pi}\,\frac{\omega}{\omega_p}}.$$

De même, le rapport K est le produit $\frac{K_m}{\sqrt{(1+\omega^2\xi_2)\ldots(1+\omega^2\xi_n)}}$ de deux termes; l'un K_m, valeur de ce rapport si tous les circuits étaient accordés; l'autre, affaiblissements dus aux désaccords.

Le fonctionnement du récepteur peut être étudié graphiquement comme suit : Représentons le potentiel v_1 en grandeur et phase par un vecteur Ov_1 que nous prendrons comme origine, et la fonction K par un autre vecteur K de phase ψ. Lorsque le rapport $\frac{\omega}{\omega_1}$ varie, le lieu des extrémités du vecteur K est la courbe α; si l'on faisait varier l'importance de la force électromotrice de réaction, c'est-à-dire K_m, le lieu décrit serait une autre courbe $\alpha_1\alpha_2\ldots$ homothétique de α par rapport au point O.

Considérons maintenant un nouveau vecteur numériquement égal à

$$\frac{1-\left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2}{\cos\psi}$$

et faisant avec le vecteur $\overline{Ov_1}$ un angle ψ; le lieu de son extrémité sera la courbe β, et il y aura résonance pour les points où la courbe β rencontrera l'une des courbes α.

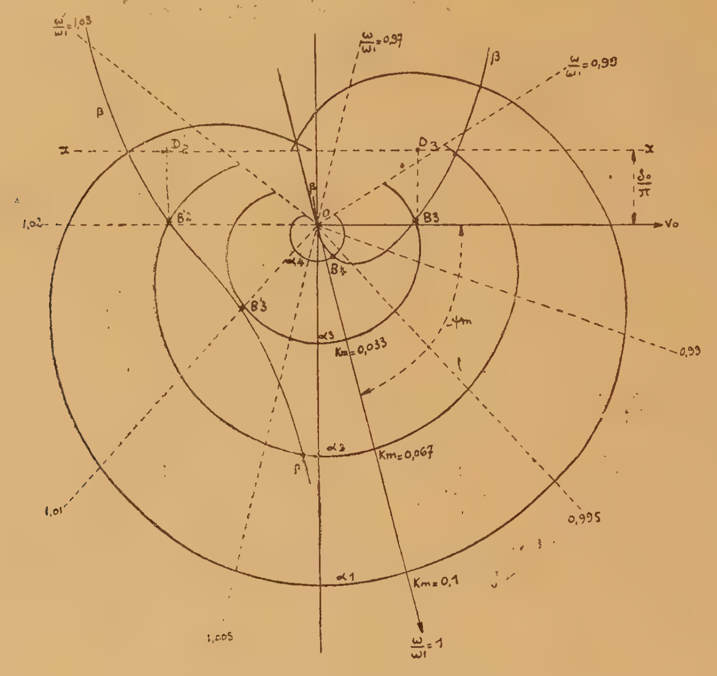
Traçons la droite xx parallèle au vecteur Ov_1 et distante de lui d'une longueur $\frac{\delta_1}{\pi}$.

En un point de fonctionnement B, le décrément total $\pi\left(\frac{\delta_1}{\pi}-K\sin\psi\right)$ du premier résonateur est obtenu en multipliant par π la valeur numérique $\overline{BD}$ de la distance du point B à la droite xx.

Le graphique renseigne sur l'importance à donner à la réaction ainsi que sur les désaccords à créer entre la pulsation du signal et celle des divers résonateurs, pour que la réception soit assurée dans de bonnes conditions.

Les points d'intersection des courbes α et β déterminent aussi les pulsations pour lesquelles la différence de potentiel composante $(v_r)_1$ due à la réaction est en phase avec la différence de potentiel totale v_1. Cette condition

caractérisant un état d'équilibre, les pulsations propres au récepteur doivent correspondre à un ou plusieurs points d'intersection $B_2B'_2\ldots$ du graphique.



D'où les conclusions suivantes que l'expérience vérifie :

Si l'un des points B se trouve au-dessus de la droite xx, l'appareil donne naissance à des oscillations entretenues.

Lorsqu'une perturbation est assez énergique pour saturer une ou plusieurs lampes de l'amplificateur, le rapport K diminue : l'oscillation libre s'éteint avec un amortissement élevé et sa fréquence est différente de celle du signal.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les nouvelles propriétés du sulfate vert de chrome.* Note de M. A. **Recoura**, présentée par M. A. Haller.

J'ai établi autrefois que le sulfate vert de chrome, que j'ai obtenu par la déshydratation partielle du sulfate violet solide par la chaleur, est un complexe, qui a, en outre, la propriété de s'unir avec les sulfates métalliques, en donnant de nouveaux complexes, les chromosulfates, dans lesquels l'acide sulfurique du sulfate métallique est également dissimulé, une molécule de sulfate vert pouvant dissimuler trois molécules de sulfate. Depuis

mes recherches, Colson [1] a établi que le sulfate vert, immédiatement après sa dissolution dans l'eau, y existe sous une forme condensée $[Cr^2 3SO^4]^2$, qui, à la température de 0°, se dépolymérise lentement, de sorte qu'au bout de 24 heures environ, la dissolution renferme la molécule simple $Cr^2 3SO^4$, qui est toujours le complexe vert. Ce n'est qu'ultérieurement qu'apparaissent les ions SO^4 décelables.

Ce sont certaines propriétés de cette forme condensée, passagère, du sulfate vert que je me propose d'étudier dans cette Note. Je vais montrer que, sous cette forme, le sulfate vert possède vis-à-vis des sulfates métalliques un pouvoir dissimulateur presque illimité et, qu'alors que sous sa forme simple une molécule de sulfate vert ne peut dissimuler que trois molécules de sulfate métallique, *sous sa forme condensée, une molécule de sulfate vert peut dissimuler des centaines de molécules de sulfate*.

Mais ces énormes complexes formés par l'union d'une molécule de sulfate vert avec un grand nombre de molécules de sulfate métallique sont, bien entendu, très fragiles et, pour pouvoir constater leur existence, il faut se placer dans des conditions que je préciserai plus loin, en étudiant les divers facteurs qui influent sur leur stabilité. Toutefois, je dirai dès maintenant que, comme cela a été reconnu déjà, pour bien d'autres complexes imparfaits, c'est à 0° et en liqueur acide qu'il convient de les étudier. Toutes les expériences que je vais décrire ont été faites en prenant comme dissolvant une liqueur décinormale d'acide azotique et comme sulfate métallique opposé au sulfate vert le sulfate de potassium. Comme réactif des ions SO^4, j'ai employé, suivant les circonstances, tantôt la benzidine, tantôt le chlorure de baryum. Comme l'ont signalé MM. Kling et Florentin, quand il s'agit de doser les ions SO^4 précipitables, la benzidine donne des résultats plus corrects. Mais quand il s'agit de constater l'absence totale de précipité, le chlorure de baryum est plus sûr, parce que, dans les liqueurs acides comme celles que j'ai employées, le sulfate de benzidine est sensiblement soluble et peut donner des solutions sursaturées, de sorte que l'on ne peut pas conclure avec sûreté d'une absence de précipité. Quoi qu'il en soit et quel que fût le réactif employé, pour chaque expérience, j'ai toujours déterminé, par une mesure spéciale, la correction à effectuer du fait de la solubilité du sulfate de benzidine ou du sulfate de baryum, dans les conditions de l'expérience.

Je vais d'abord établir le fait fondamental, qui est l'influence de l'état de

---

(1) *Ann. Chim. et Phys.*, 8e série, t. 12.

polymérisation du sulfate vert (c'est-à-dire l'âge de la dissolution) sur son pouvoir dissimulateur. Je vais décrire, à titre d'exemple du mode opératoire employé, une des nombreuses expériences que j'ai faites.

Je fais une dissolution titrée de sulfate vert, que je conserve à 0°. Je réalise aussitôt le mélange : 1^{mol} sulfate vert + 140^{mol} SO^4K^2 + 140^{mol} benzidine, de façon que la solution finale soit $\frac{1}{200}$ normale en $\frac{SO^4K^2}{2}$ et décinormale en acide azotique. Je conserve ce mélange pendant une demi-heure en agitant énergiquement de temps en temps, puis je dose le sulfate de benzidine précipité. Je répète ensuite cette expérience à plusieurs reprises en employant la même dissolution de sulfate vert, d'âge croissant. Voici les résultats obtenus dans cette série d'expériences :

Age de la dissolution de sulfate vert ajoutée au sulfate de potassium.	Nombre de molécules SO^4K^2 dissimulées par 1^{mol} de sulfate vert.
	mol
0 heure	68
2 heures	41
5 »	27
8 »	19
24 »	9
3 jours	0

Ces expériences établissent d'une façon indiscutable l'influence du degré de polymérisation du sulfate vert sur ses propriétés dissimulatrices, puisque, pendant les premières 24 heures, le sulfate vert, d'après les mesures de Colson, s'est dépolymérisé, sans cesser d'être complexe.

Je vais maintenant indiquer les circonstances qui influent sur la stabilité de ces complexes. Un premier facteur qui intervient, c'est l'acidité de la liqueur, qui s'oppose à l'hydrolyse. C'est ainsi que, tandis que dans l'expérience que j'ai décrite, qui était réalisée en liqueur acide décinormale, 1^{mol} de sulfate vert dissimulait 68^{mol}, dans une expérience analogue faite dans l'eau pure, j'ai trouvé que, dans les circonstances les plus favorables, 1^{mol} de sulfate vert condensé ne dissimule que 6^{mol}.

Mais le facteur qui a la plus grande influence sur la fragilité du complexe, c'est la concentration de la dissolution. Plus la dissolution est concentrée, moins les réactifs respectent l'existence du complexe. C'est ainsi que, tandis que dans une dissolution $\frac{1}{200}$ normale en $\frac{SO^4K^2}{2}$ 1^{mol} de sulfate vert dissimule 68^{mol} SO^4K^2, dans une dissolution $\frac{1}{100}$ normale elle n'en dissimule que 18^{mol} et, dans une dissolution $\frac{1}{50}$ normale, 7^{mol} seulement.

Pour les dissolutions de SO^4K^2 plus étendues que $\frac{1}{200}$ normales, je n'ai pu employer la benzidine comme réactif, en raison de la solubilité trop grande du sulfate de benzidine. J'ai employé le chlorure de baryum ; mais alors, pour les raisons déjà indiquées, au lieu de doser la proportion de SO^4K^2 précipité par le réactif dans un mélange de sulfate vert et de SO^4K^2 en excès, j'ai cherché à réaliser des mélanges ne précipitant pas du tout par le chlorure de baryum. J'ai pu ainsi constater que la résistance du complexe croît très rapidement avec la dilution dans des proportions énormes. Voici par exemple une expérience frappante. A une dissolution $\frac{1}{400}$ normale de $\frac{SO^4K^2}{2}$ on ajoute la quantité minuscule de sulfate vert récent nécessaire pour réaliser le mélange : *Une molécule sulfate vert + deux mille quatre cents molécules* SO^4K^2, puis on y verse la quantité équivalente d'une solution $\frac{1}{400}$ normale de chlorure de baryum et l'on abandonne la liqueur à 0°. Au bout de 5 heures, il n'y a encore aucun précipité, alors que, si l'on fait la même expérience en employant du sulfate vert âgé de trois jours, on constate qu'au bout de 5 heures la totalité de SO^4K^2 a été précipitée (compte tenu de la solubilité du sulfate de baryum).

Tous ces faits établissent qu'il y a une profonde différence entre les propriétés du complexe vert condensé $[Cr^2 3SO^4]^2$ et celles du complexe simple. Malheureusement, en raison de la teneur élevée des liqueurs en acide étranger, il n'est pas possible de les soumettre à des mesures physiques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la vitesse d'absorption de l'acide carbonique par les solutions alcalines.* Note de M. **Paul Riou**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Avant d'aborder l'étude de l'absorption de l'acide carbonique par les solutions ammoniacales, j'ai cru qu'il serait intéressant de déterminer la vitesse d'absorption de l'acide carbonique par les solutions de carbonate neutre de potassium. Cette étude, étant donnée l'allure générale du phénomène, permet de préciser certaines parties de la courbe, qui n'avaient pu être déterminées pour le carbonate neutre de sodium.

J'ai étudié les mêmes facteurs que dans le travail précédent [1]. Ce sont : la concentration en carbonate neutre de potassium, en bicarbonate et en

---

[1] *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 1017.

chlorure de potassium, la température et la concentration en acide carbonique.

Les concentrations en carbonate neutre de potassium et en sels étrangers

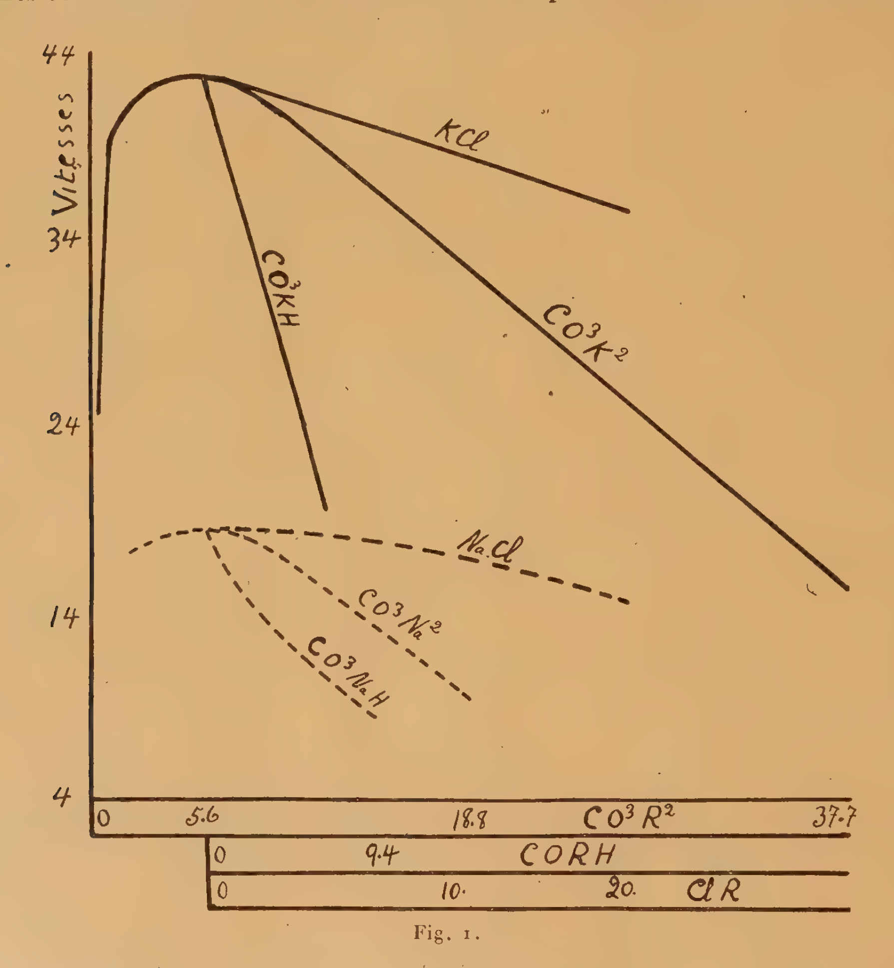


Fig. 1.

sont exprimées en centièmes de molécule-gramme dans 100^g d'eau. Les vitesses V sont données en centimètres cubes de gaz carbonique absorbés en 1 seconde par centimètre carré de surface absorbante. Les variations de la vitesse avec la concentration sont données dans le Tableau suivant :

				CO^3K^2 5,6.		CO^3K^2 5,6.	
CO^3K^2.	$V\times10^4$.	CO^3K^2.	$V\times10^4$.	CO^3KH.	$V\times10^4$.	KCl.	$V\times10^4$.
0,47	24,60	14,1	36,59	2,3	25,00	6,9	40,54
0,94	36,59	18,8	32,40	4,7	19,73	13,8	38,46
2,8	42,85	22,6	27,80	7,1	15,37	20,7	35,71
5,6	42,85	28,1	22,39	9,4	14,56		
9,4	40,54	37,7	15,37				

Le deuxième Tableau montre l'influence de la température.

Température.	CO^3K^2 0,47.	CO^3K^2 5,6.	CO^3K^2 18,8.	CO^3K^2 37,7.	CO^3K^2 5,6.			CO^3K^3 0,94.
					CO^3KH 2,38.	CO^3KH 7,1.	CO^3KH 7,1. KCl 10,3.	CO^3KH 7,1. KCl 10,3.
15°	24,60	42,85	32,30	15,37	25,00	15,37		
20	31,25	55,55	39,47	20,00	30,61	20,54	19,23	6,12
30	40,53	88,23	57,68	30,00	46,87	30,61	28,30	12,93
40	57,68	125,00	88,23	46,87	68,18	42,85	41,66	18,75
50	78,94	187,50	136,36	71,42	100,00	67,18	60,00	27,27
60	88,23	250,00	187,50	100,78	150,00	89,23	83,33	38,66

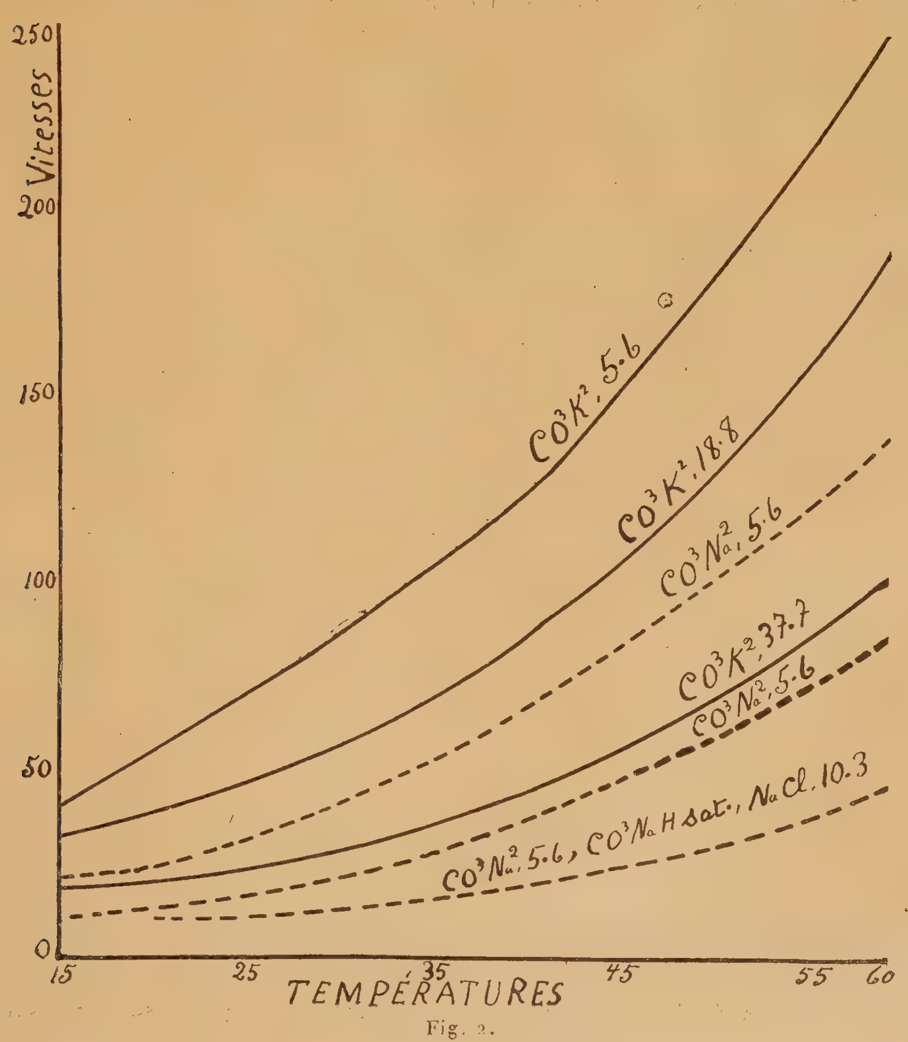


Fig. 2.

Le dernier Tableau montre l'influence de la dilution de l'acide carbonique par l'air.

CO^2 p. 100..	100.	78.	64.	45.	18,3.	11,6.	6,3.
20°.......	55,50	42,30	35,60	25	10,00	4,50	1,90
40°.......	125,00	109,00	81,60	52	19,00	11,00	4,70

Il y a proportionnalité à peu près rigoureuse entre la vitesse d'absorption et la concentration de l'acide carbonique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la préparation de l'azotate d'ammoniaque.* Note de M[lle] **Wurmser**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

M. Rengade a essayé de préparer pratiquement l'azotate d'ammoniaque en utilisant la double décomposition ([1])

$$NH^4Cl + NO^3Na = NO^3NH^4 + ClNa.$$

En partant des données expérimentales publiées par ce savant, M. H. Le Chatelier ([2]) a représenté sur un diagramme carré les états d'équilibre entre la solution des quatre sels et les sels solides à 16°.

Avec l'assentiment de M. Rengade, j'ai continué l'étude de ce problème et j'ai construit le diagramme pour la température de 100°. J'ai essayé d'en déduire la possibilité théorique d'une séparation de l'azotate d'ammoniaque pur et de calculer le rendement de l'opération.

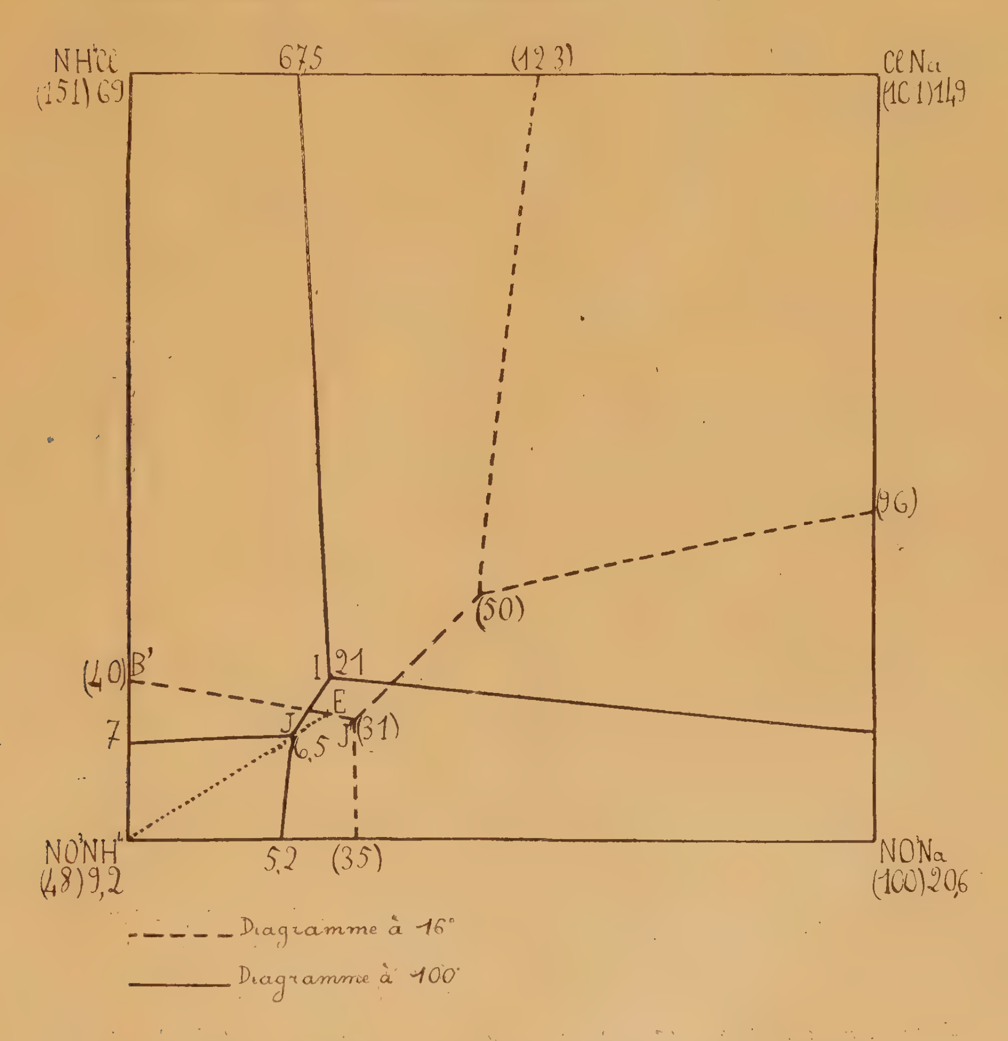
J'ai pour cela déterminé divers points du diagramme à la température de 100° et obtenu les résultats suivants :

Masse de sels dissous dans 100g d'eau.				Nombre de molécules dans 1mol du mélange.				Masse d'eau qui dissout 1mol de mélange.	Sels solides en équilibre avec la solution.
ClNa.	ClNH⁴.	Na³Na.	NO³NH⁴.	NH⁴.	NO³.	Na.	Cl.		
19,5	61,5			0,776	0	0,224	1	67,5	$ClNa + ClNH^4$
19		169		0	0,86	1	0,14	43	$ClNa + NO^3Na$
		333	1233	0,797	1	0,203	0	5,2	$NO^3Na + NO^3NH^4$
	97,2		1000	1	0,873	0	0,127	7	$NO^3NH^4 + ClNH^4$
				0,734	0,786	0,266	0,214	21	$ClNa + ClNH^4 + NO^3Na$
				0,784	0,865	0,216	0,135	6,5	$ClNH^4 + NO^3NH^4 + NO^3Na$

([1]) *Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 218.
([2]) *Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 345.

A cause de la volatilité de l'azotate et du chlorure d'ammonium les quantités d'eau ont dû être dosées par différence, d'où une légère incertitude pour les points tels que J où la masse d'eau est extrêmement faible vis-à-vis de la masse de sels dissous.

Le diagramme suivant traduit les résultats obtenus.



On voit que les courbes à 100° et à 16° ont sensiblement la même allure. Peut-on déduire de leur comparaison la possibilité d'une séparation de l'azotate d'ammoniaque.

Par concentration à 100° d'une solution contenant chlorure d'ammonium et nitrate de soude, on peut obtenir la composition correspondant au

point J. Le point J se trouvant dans la zone de cristallisation de l'azotate d'ammoniaque à 16°, si l'on refroidit, l'azotate d'ammoniaque cristallisera d'abord, puis d'autres sels. Pour empêcher la cristallisation de ces derniers, on doit éviter de dépasser le point E du diagramme; pour cela il faut, suivant la méthode de M. Schlœsing ([1]), ajouter à la solution avant de la laisser se refroidir une quantité d'eau qu'on peut facilement calculer si l'on admet que la courbe dans l'espace qui joint les points B′ et J′ se confond avec une droite.

En effet, en partant de cette hypothèse, on peut aisément déterminer les coordonnées du point E intersection de la droite projection dans le plan de B′ J′ avec la droite qui joint J au sommet voisin du carré.

On trouve pour la composition d'une solution unimoléculaire en E

$$0^{\mu},158\ \text{Cl}, \quad 0^{\mu},249\ \text{Na},$$
$$0^{\mu},842\ \text{NO}^3, \quad 0^{\mu},751\ \text{NH}^4.$$

Nous pouvons en déduire la quantité d'eau qui dissout une molécule de sels en E, soit $32^g,3$.

Calculant alors la fraction de molécule de NO^3NH^4 qui cristallise le long de JE lorsqu'on part d'une molécule du mélange en J, on trouve $0^{\mu},158$ de NO^3NH^4.

Il doit donc rester en E $0^{\mu},842$ de sels dissous, ce qui nécessite en E la présence d'une quantité d'eau égale à $32,3 \times 0,842 = 27^g,2$. Il faudra donc ajouter avant refroidissement une quantité d'eau égale à $27,2 - 6,5 = 20^g,7$.

Ce calcul permet aussi de se rendre compte du rendement de l'opération puisqu'en partant d'une molécule de sels en J qui contient $0^{\mu},865$ de NO^3, on obtiendra le dépôt de $0^{\mu},158$ ou $12^g,7$ de NO^3NH^4.

J'ai pu obtenir ainsi de l'azotate d'ammoniaque presque rigoureusement pur par lavage des cristaux obtenus, avec une solution saturée de nitrate d'ammoniaque.

On pourrait ajouter de nouveau des sels à la solution en E, reconcentrer à 100° et recommencer une cristallisation de NO^3NH^4.

([1]) *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 977.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la furfural-α-méthylcyclohexanone et quelques-uns de ses dérivés et sur les mono- et difurfuralcyclohexanones.* Note de Mlle **N. Wolff**, présentée par M. A. Haller.

Dans des Comunications précédentes (¹) nous avons décrit la formation du furfuralcamphre et de quelques-uns de ses dérivés et nous avons donné leurs constantes optiques. Dans le présent travail nous exposerons le résultat de la condensation du furfurol avec l'α-méthylcyclohexanone et avec la cyclohexanone et nous décrirons la furfural-α-méthylcyclohexanone et quelques-uns de ses dérivés, la mono- et la difurfuralcyclohexanone.

Les méthodes de préparation ont été les mêmes que celles que nous avons employées dans la série du camphre, nous avons seulement substitué l'éther au benzène comme solvant.

Furfural-α-méthylcyclohexanone. — Le produit de l'action du furfurol sur l'α-méthylcyclohexanone se présente sous la forme de cristaux jaunes fondant à 51° auxquels l'analyse assigne la formule $C^{12}H^{14}O^{2}$. Les conditions dans lesquelles ce corps a été obtenu, ses propriétés et l'analyse nous permettent de lui attribuer la formule

```
                                  O
                                /   \
      CH²  C = CH — C           CH
        /‾‾‾‾\                  ||    ||
CH²<            >CO             ||    ||
        \____/              CH ——— CH
      CH²  CH CH³
```

Furyl-α-méthylcyclohexanone. — Contrairement au furalcamphre, la furfural-α-méthylcyclohexanone, soumise à la réduction par l'amalgame de sodium, fixe 2at d'hydrogène sur la double liaison qui unit les deux noyaux. Ce produit de réduction est constitué par une huile jaune distillant à 146° sous 16mm. L'analyse correspond à la formule

```
                                    O
                                  /   \
      CH²  CH — CH² C             CH
        /‾‾‾‾\                    ||    ||
CH²<            >CO               ||    ||
        \____/                CH ——— CH
      CH²  CH.CH³
```

Traité par les dérivés organomagnésiens, bromures de phényl et de *p*-tolylmagnésium, la furfural-α-méthylcyclohexanone se combine avec ces

(¹) *Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 1357 et 1404.

radicaux organiques comme le furalcamphre pour donner naissance aux *phényl* et *p-tolyl-α-méthylcyclohexanone-méthanes*

```
                      Ar      O
                     /       / \
CH² CH — CH — C        CH
CH²<      >CO         ‖    ‖
CH² CH.CH³           CH——CH
```

La phénylfuryl-α-méthylcyclohexanone-méthane est une huile épaisse de couleur jaune, bouillant à 206° sous 16^{mm}.

La p-tolyl-α-méthylcyclohexanone-méthane est une huile plus épaisse encore que la précédente et bouillant à 220° sous 16^{mm}.

La condensation du furfurol avec la cyclohexanone, dans les mêmes conditions, fournit, comme on peut le prévoir, deux dérivés différents : la mono- et la difurfuralcyclohexanone

```
              O                              O
    C = CH — C/ \CH          CH²  C = CH — C/ \CH
CH²<   >CO    CH——CH     CH²<      >CO    CH——CH
    CH² CH²                                  O
                             CH²  C = CH — C/ \CH
                                            CH——CH
```

qui peuvent être séparés par distillation fractionnée et par leur solubilité très différente.

La monofuralcyclohexanone est un corps cristallisé de couleur jaunâtre, fondant à 47°. Elle est très soluble dans l'éther, l'alcool et l'éther de pétrole.

La *difuralcyclohexanone* cristallise en aiguilles d'un jaune vif et fond à 145°. Elle est soluble dans le benzène, mais à peine soluble dans l'éther, l'alcool et l'éther de pétrole.

Les réfractions moléculaires de ces corps sont en accord avec celles du furalcamphre et de ses dérivés.

Les mesures ont été faites en solution toluénique 0,15-0,4 normale; celles de la difuralcyclohexanone, seulement, à cause de sa très petite solubilité, en solution 0,05-0,06 normale. Nous avons tenu à déterminer les réfractions de ce corps dans le même solvant que celles des précédents, mais nous ne garantissons pas leur exactitude et nous les referons plus tard dans un autre solvant.

Nous donnons ici un Tableau des nombres que nous avons obtenus.

Nom de la substance.	Formule.	MRα trouvé.	MRα calculé.	MRD trouvé.	MRD calculé.
Fural-α-méthylcyclohexanone	$C^{12}H^{14}O^{2}\|_{=}^{3}$	58,30	53,13	58,96	53,47
Furyl-α-méthylcyclohexanone	$C^{12}H^{16}O^{2}\|_{=}^{2}$	53,60	53,63	53,92	53,93
Phénylfuryl-α-méthylcyclohexanone-méthane	$C^{18}H^{20}O^{2}\|_{=}^{5}$	79,03	77,54	79,39	78,04
p-Tolylfuryl-α-méthylcyclohexanone-méthane	$C^{19}H^{22}O^{2}\|_{=}^{5}$	82,96	82,14	84,52	82,66
Monofuralcyclohexanone	$C^{11}H^{12}O^{2}\|_{=}^{3}$	52,86	48,54	54,69	48,85
Difuralcyclohexanone	$C^{16}H^{14}O^{3}\|_{=}^{4}$	78,39	69,48	85,81	69,98

Nom de la substance.	Formule.	MRβ trouvé.	MRβ calculé.	β — α trouvé.	β — α calculé.
Fural-α-méthylcyclohexanone	$C^{12}H^{14}O^{2}\|_{=}^{3}$	61,21	54,23	2,90	1,10
Furyl-α-méthylcyclohexanone	$C^{12}H^{16}O^{2}\|_{=}^{2}$	54,82	54,63	1,22	1,00
Phénylfuryl-α-méthylcyclohexanone-méthane	$C^{18}H^{20}O^{2}\|_{=}^{5}$	80,70	80,19	1,62	2,65
p-Tolylfuryl-α-méthylcyclohexanone-méthane	$C^{19}H^{22}O^{2}\|_{=}^{5}$	86,61	84,86	3,05	2,72
Monofuralcyclohexanone	$C^{11}H^{12}O^{2}\|_{=}^{3}$	57,62	49,56	4,76	1,02
Difuralcyclohexanone	$C^{16}H^{14}O^{3}\|_{=}^{4}$	95,41	71,10	7,02	1,62

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur une lampe à formol.*

Note de M. **E. Berger**, présentée par M. G. Lemoine.

La lampe à formol, proposée par Trillat (¹) puis par Tollens (²), malgré divers perfectionnements ultérieurs (³), n'a pu être jusqu'ici effectivement employée à la désinfection de locaux, dans les conditions réglementaires fixées par le Conseil supérieur d'Hygiène. Il faut en chercher la raison dans son rendement et dans son débit trop faibles; on préfère, soit pulvériser la solution de formol, soit dépolymériser le trioxyméthylène.

Il a semblé intéressant, pour éviter des transformations préalables coûteuses, de chercher à établir une lampe à formol de fort débit et de rendement suffisant, de faible encombrement, et d'un prix de revient modéré.

Le problème du rendement a été résolu en remarquant que dans les modèles connus jusqu'ici, la proportion d'air et de vapeurs d'alcool méthylique passant sur le catalyseur était trop riche en air; une fraction importante de l'alcool subissait la combustion totale; de plus, le contact du mélange gazeux et du catalyseur était souvent par trop imparfait. Il fallait donc augmenter,

(¹) Trillat, Brevet allemand 81023, 18 octobre 1894.

(²) Tollens, *Ber. chem. Gesells.*, t. 28, 1895, p. 261.

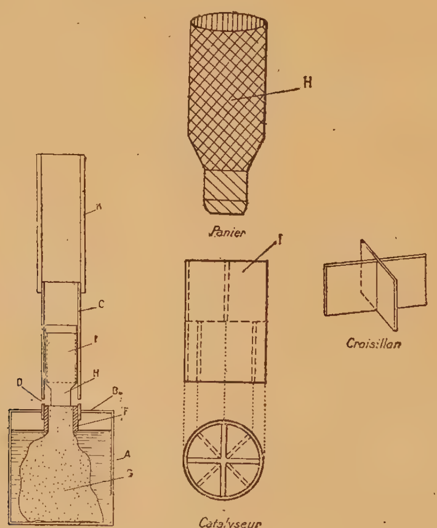
(³) Bouhard, Brevet français 412501, 3 mai 1910.

pour un tirage donné, la quantité d'alcool évaporée, c'est-à-dire employer une plus grande partie de la chaleur de la réaction à échauffer la mèche qui alimente la lampe. A cet effet, le modèle établi, analogue comme disposition générale à un dispositif de M. Trillat, comporte comme perfectionnement essentiel l'emploi d'un panier bon conducteur, en toile de cuivre, contenant le catalyseur et muni d'une base massive qui repose directement sur la mèche, de grande surface, et l'échauffe.

De plus, la cheminée, qui sert de chambre de réaction, est calorifugée pour réduire les pertes de chaleur.

Le débit, déjà fortement augmenté par le chauffage de la mèche, est amélioré par l'emploi d'une cheminée supplémentaire.

Description. — L'appareil comporte un bocal A, de forme basse, de 500cm, renfermant l'alcool méthylique. Ce bocal est fermé par un bouchon de liège B, vernissé, traversé par une cheminée de cuivre rouge C. La cheminée, percée au-dessus et près du bouchon, de huit orifices D, est calorifugée par un revêtement de papier d'amiante. Une mèche annulaire F, en coton tressé, est fixée dans la cheminée, sa partie supérieure au niveau des orifices; elle est bourrée d'une masse de coton hydrophile G, plongeant dans le bocal.



Un panier en toile de cuivre, muni d'un prolongement inférieur, également en toile de cuivre, peut glisser dans la cheminée; il contient le catalyseur. Une cheminée amovible K, en carton ou en métal mince, se fixe à frottement sur la cheminée de cuivre.

Catalyseur. — Deux catalyseurs différents ont été expérimentés. Le premier est constitué par un comprimé cylindrique, composé de 80 pour 100 de noir de fumée et 20 pour 100 d'oxyde de cuivre. Le second, entièrement en carton d'amiante argenté, est formé d'une surface latérale cylindrique cloisonnée intérieurement par deux croisillons superposés et décalés de 45°, de façon à former chicane au passage du gaz. Le dispositif est argenté par trempages successifs dans le nitrate d'argent ammoniacal et le formol tiède.

Fonctionnement. — 1° *Avec le comprimé.* — On allume le comprimé catalyseur sur sa circonférence de base en le présentant à une flamme. On l'introduit, la partie incandescente en bas, dans le panier, et l'on fait tomber le tout dans la cheminée; on place la cheminée amovible. Le dégagement de formol s'effectue aussitôt, jusqu'à épuisement de l'alcool. Le catalyseur en action ne s'altère pas; le charbon ne brûle que lorsque l'alcool est épuisé.

2° *Avec le cylindre argenté.* — L'ensemble panier-catalyseur, tenu avec une pince, est chauffé au rouge sombre sur une flamme, puis introduit rapidement dans la cheminée; on place la cheminée amovible. La partie inférieure du cylindre reste incandescente; il n'y a pas d'extinctions.

Résultats. — Le débit, mesuré par pesées successives de la lampe, est voisin de 100^g à l'heure; l'appareil se vide donc en 4 heures.

La mise au point a nécessité une centaine de dosages de formol effectués comme suit : De l'air, aspiré à la trompe, traverse d'abord la lampe, dont la cheminée est munie d'un bouchon et d'un tube abducteur, puis le mélange gazeux, après réaction, se rend dans un réfrigérant descendant suivi de trois barboteurs successifs contenant de l'eau, puis dans un compteur à gaz. On note la perte de poids de la lampe pendant l'expérience ainsi que le débit du compteur; on dose, à l'iode, le formol du liquide des barboteurs.

On a eu soin de régler l'aspiration de façon que le débit de la lampe, en tirage forcé, soit voisin de celui qu'elle donne en tirage naturel.

On constate que, pour un même catalyseur, le rendement maximum est atteint lorsque les caractéristiques de l'appareil sont telles que le mélange gazeux contienne un peu moins d'air que ne l'exigerait l'équation de la réaction théorique. Entre 80 et 95 pour 100 de l'air théorique, le rendement est sensiblement constant.

Avec les comprimés à l'oxyde de cuivre, le rendement est voisin de 25 pour 100 et n'a jamais dépassé 30 pour 100; et à condition seulement que l'oxyde de cuivre soit très pur, celui qui donne les meilleurs résultats est l'oxyde Cu^2O précipité de l'acétate par le glucose.

Avec l'amiante argenté, le rendement moyen est de 35 à 40 pour 100, on a obtenu jusqu'à 45 pour 100. Il n'est pas possible d'aller plus loin à

cause du contact imparfait des gaz et du catalyseur; lorsqu'on cherche à diminuer l'espace offert au gaz dans la traversée de ce dernier, le tirage naturel de la lampe devient impossible.

Applications. — L'appareil décrit a été appliqué à la désinfection en surface des locaux. Les expériences ont été effectuées par le Laboratoire du Conseil supérieur d'Hygiène publique de France dans les conditions réglementaires qui comportent notamment la stérilisation des crachats secs tuberculeux. Elles ont conclu à l'efficacité de la lampe présentée [1], employée à raison d'une lampe de 500^{cm^3} par 20^{m^3} de local à désinfecter.

Avec les comprimés au cuivre et de l'alcool méthylique pur (dénaturé par 3 pour 100 de formol), le contact nécessaire est de 15 heures.

Avec le catalyseur en amiante argenté, on a pu employer le méthylène commercial et le contact a été réduit à 8 heures; ce dernier a donc été définitivement adopté, bien qu'il nécessite un chauffage préalable, alors que les comprimés fonctionnent par simple allumage.

GÉOLOGIE. — *Sur l'allure tectonique des couches crétacées et tertiaires aux environs de Haro* (province de Logroño, Espagne). Note de M. **H. Joly**.

Au début de mes recherches sur la Chaîne Celtibérique, j'ai entrepris de relier les plissements de ces montagnes avec ceux de la Chaîne Hespérique par l'étude de la région de Téruel, Albarracin, Montalban, ce qui me permit de découvrir des phénomènes de charriage. J'ai constaté ensuite, çà et là, tout le long de la chaîne et jusqu'aux environs d'Ezcaray, de semblables phénomènes tectoniques. Il devenait intéressant dès lors de rechercher, au moins à titre de comparaison, quelle pouvait être aussi l'allure tectonique des contreforts les plus méridionaux de la Chaîne Pyrénéenne, contreforts faisant pendant au Nord de la vallée de l'Èbre, aux montagnes de la Sierra de la Demanda, brusquement dressées au Sud.

J'ai pu observer assez en détail, un peu en amont de Haro, le défilé pittoresque des gorges de l'Èbre. Le fleuve s'est créé un chemin au travers des calcaires crétacés fortement redressés, en cheminant à contre-pendage, car les couches plongent au Nord et le fleuve coule vers le Sud.

Une des premières particularités qu'il importe de faire ressortir est précisément la direction du pendage des couches. J'ai fait remarquer dans mes

[1] Autorisation n° 146 du Ministère de l'Hygiène, de l'Assistance et de la Prévoyance sociales, novembre 1920.

Notes précédentes (voir ici même, Notes du 20 mars et du 1er mai 1922) que dans toute la longueur de la Chaîne Ibérique, le pendage général des couches était dirigé vers le Sud, au moins dans les accidents tectoniques révélant de puissants efforts de plissements. A Ezcaray notamment, localité située directement au Sud et à une trentaine de kilomètres de Haro, les accidents tectoniques démontraient une forte poussée venant du Sud, déterminant les chevauchements et les écailles dont il a été parlé. Or Ezcaray se trouve au pied du versant Nord du massif imposant de la Sierra de la Demanda (prolongement Nord-Ouest de la Sierra de Moncayo, et renflement comme cette dernière Sierra, de la Chaîne Celtibérique) et en bordure méridionale de la plaine tertiaire et quaternaire de la vallée de l'Èbre.

Il est au moins curieux de voir se dresser au Nord de ce point, de l'autre côté de la vallée de l'Èbre, et précisément à l'endroit où cette vallée se resserre, des montagnes, où l'inclinaison des couches et les phénomènes tectoniques démontrent un sens de poussée orogénique directement opposé à celui constaté au Sud.

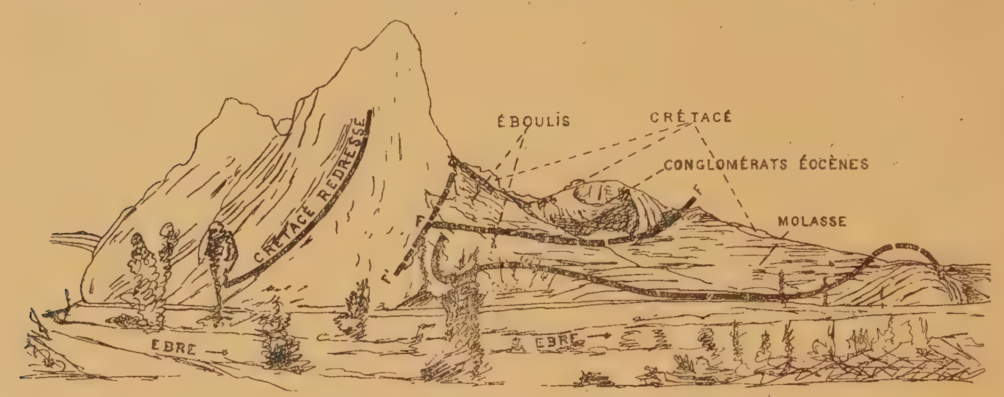
La poussée est venue cette fois du Nord, mais on n'est plus, il est vrai, dans la Chaîne Celtibérique; on entre dans les contreforts méridionaux de la Chaîne Pyrénéenne qui se signalent ici comme des chaînons ou bourrelets courant de l'Est à l'Ouest.

Ainsi, schématiquement, la vallée de l'Èbre se présente comme une plaine d'effondrement, où se sont accumulés les sédiments tertiaires et quaternaires, qui fût resserrée assez récemment et comprimée entre des mâchoires dressées l'une vers l'autre, la mâchoire du Sud ayant tendance à se déverser vers le Nord et celle du Nord ayant au contraire tendance à se déverser vers le Sud.

Une deuxième particularité à signaler est la forme spéciale de l'accident tectonique des gorges de Haro. Le dessin suivant, schématisé d'après une photographie panoramique, montre la disposition des assises et rend compte de l'accident tectonique :

Le Crétacé, violemment et brusquement redressé vers le Sud, chevauche par l'intermédiaire d'une faille presque verticale F′F′, donnant lieu à une magnifique muraille calcaire (à gauche de la ligne F′F′) les couches de mollasse inclinées d'abord dans le même sens, c'est-à-dire renversées sur elles-mêmes (suivant le trait plein en noir). La molasse que certains auteurs rapportent au Miocène, mais que Larrazet attribue à l'Oligocène, reprend bientôt une allure plus doucement ondulée et dégénère à 500m environ au Sud de la faille, en une belle voûte anticlinale déversée vers le

Sud. De plus, chevauché par le Crétacé, mais reposant par l'intermédiaire d'une faille horizontale (tracée en pointillé FF) sur cette molasse, se dresse un imposant noyau de conglomérats tertiaires (Éocène supérieur ou Oligocène inférieur). Il dessine un pli dissymétrique irrégulier, témoignant par son allure des efforts de compression subis. Ce noyau de conglomérats,



Dessin-coupe sur photographie, prise légèrement en aval des Gorges de Haro, de la rive droite vers la rive gauche.

charrié sur la molasse et pincé sous le Crétacé, joue le rôle d'une écaille ou, à mieux dire, d'un lambeau de poussée, arraché au flanc renversé du synclinal tertiaire de l'Èbre refoulé vers le Sud par la masse crétacée du chaînon des Pyrénées.

Les plissements ont donc été de grande intensité au Nord de la vallée de l'Èbre comme au Sud, et les phénomènes de charriage auxquels ils ont donné lieu y sont du même ordre, tout en étant de sens opposé. Ils ont provoqué le resserrement de la vallée de l'Èbre.

GÉOLOGIE. — *Sur les stades glaciaires et sur un vallon enregistreur des stades* (*Bédinat, Chaîne de Belledonne*). Note (¹) de M. **P. Lory**, présentée par M. W. Kilian.

Durant les temps qui se sont écoulés depuis l'apogée de la dernière glaciation, l'enneigement et l'étendue des glaciers alpins sont passés par une série de maxima secondaires : ce sont les *stades* d'A. Penck. Leur ampleur, beaucoup moindre dans l'espace et surtout dans la durée, diffé-

(¹) Séance du 29 mai 1922.

rencie les stades et les phases interstadiaires d'avec les glaciations et les périodes interglaciaires. Dans la sinusoïde complexe des oscillations glaciaires, les « stades » se placent entre les « glaciations » et les « pulsations », sans que l'on sache bien si les plus récents d'entre eux se confondent avec les « variations pluriséculaires » constatées dans les temps historiques, ou si celles-ci constituent encore un ordre distinct. Un stade est défini par sa place dans la série des oscillations de même ordre et, pour un glacier donné, par l'étendue de celui-ci et par l'altitude de la limite locale des neiges persistantes à l'époque correspondante.

Il semble qu'un moyen direct de déterminer ces éléments doive être fourni par l'étude de vallées où tous les stades aient existé dans des états comparables et aient laissé des traces nettes. Mais ces conditions ne se sont presque jamais réalisées : ou bien l'érosion a détruit certaines des moraines, ou aux stades anciens le glacier était coalescent avec un tronc plus important et par suite on n'a pas son front, ou les stades récents manquent par insuffisance d'altitude des crêtes, ou enfin, si la vallée est ramifiée, les confluences et disjonctions de bras glaciaires, variant de phase en phase, faussent la comparaison entre les stades.

En fait, notre connaissance des stades reste encore très fragmentaire et trop peu précise : la contribution que je désire lui apporter ici en tire un certain intérêt.

Dans le bassin hydrographique de l'Isère, lors des stades que l'on peut appeler « finiwurmiens », — ceux qui se placent entre le maximum de la dernière glaciation et le grand retrait qui l'a suivie, — les glaciers locaux continuaient presque tous à rejoindre les troncs des grandes vallées, lesquels s'allongeaient encore jusqu'au bord des Alpes. Dans une telle coalescence, il est impossible de reconstituer les états correspondant à chacun de ces stades; seul le dernier d'entre eux pourrait être défini, en reprenant une tentative d'A. Allix, pour les glaciers du bord interne du Vercors, disjoints à ce moment d'avec le glacier du Drac par le retrait de celui-ci.

Durant les stades « postwurmiens », au contraire, un grand nombre d'appareils glaciaires sont isolés; en outre, des dépôts bien nets ont été laissés en beaucoup de vallées. Ces conditions facilitent les recherches. Elles ont surtout porté, jusqu'ici, sur le nombre de ces maxima : successivement a été établie l'existence dans ce bassin de deux stades extrêmes (P. Lory, stade d'Eybens et stade des moraines patinées d'Arsines), puis de stades intermédiaires (Ch. Jacob, Grandes Rousses; W. Kilian et J. Revil, Maurienne et Haut-Grésivandan; Ch. Pussenot, moyenne Maurienne et Doron de Bozel).

Mais aucune vallée jusqu'ici décrite n'a conservé complète la série des stades postwurmiens; or c'est là ce que nous fournit un vallon occidental de Belledonne, celui de Bédinat, qui, avec une direction O-N-O, excave l'extrémité sud-ouest du massif d'Allevard (Carte au $\frac{1}{20000}$, région de Moutiers, feuille XVI, 3).

C'est un pur type de vallée glaciaire simple.

Un seul cirque en occupe le haut; les crêtes latérales sont à peu près rectilignes et perpendiculaires à celle du fond (2422^m); jusque vers 1450^m, c'est la structure en gradins, avec les paliers de 2100^m (seuil du cirque), 1910^m (habert ruiné), 1765^m, 1660^m (Bédinat-dessus). Sauf dans les parties les plus abruptes des barres, de la moraine de schistes cristallins recouvre tout ce tronçon; très perméable, elle absorbe toutes les eaux : grâce à cette suppression de l'érosion torrentielle, les bourrelets se sont conservés intacts. De 1420^m jusqu'à Bédinat-dessous s'allonge un « plan des eaux ». Puis des bourrelets réenvahissent le lit glaciaire; le ruisseau s'échappe par une dépression de la moraine de gauche qui, se relevant, dépasse le débouché du vallon dans la cuvette des Adrets, lobe de la bordure liasique du Grésivandan, et se termine en un beau vallum latéro-frontal, dont le pied est à 980^m. La moraine wurmienne du Grésivandan, caractérisée par ses granites, tapisse tout le fond des Adrets ainsi que, jusque vers 1200^m, les croupes encadrant le débouché de Bédinat; les bourrelets dont elle s'accidente sont à peu près orthogonaux au vallum local. L'indépendance des deux formations glaciaires est donc complète : on est en présence d'un *vrai stade*, où le glacier local a fortement empiété sur l'aire qu'occupait auparavant le glacier du Grésivandan. Ce stade a pour homologues, au même flanc de Belledonne, celui de la Boutière (900^m), dans le vallon adjacent, et celui de la Combe Lancey (500^m) au sommet du gradin de confluence de cette vallée : il s'agit donc du stade d'Eybens.

Ainsi le glacier *néowurmien* de Bédinat avait sensiblement même longueur que ce vallon, dont sa pointe dépassait légèrement le débouché. Le pourtour de sa langue peut être tracé sans trop d'incertitude. Des bourrelets marquent des arrêts dans le début du recul.

L'ensemble des moraines qui revêtent le tronçon supérieur est tout à fait indépendant de ce grand stade, On y distingue cinq systèmes, le vallum le plus avancé du système supérieur recouvrant et recoupant chaque fois les bourrelets du précédent. Ce sont donc autant de maxima importants, *autant de stades*. Nombre d'états de retrait des langues sont en outre dessinés.

L'avant-dernier système ne dépasse le cirque que par une langue étroite, à vallum demi-gazonné. Dans le cirque même, où des taches de neige persistent jusqu'en fin juin, il n'y a que des éboulis de névé, frais, dessinant un arc au bas des principaux talus d'avalanches; à ces névés se sont réduites les neiges permanentes du maximum du XIXe siècle. Par d'autres

cirques de ce versant, nous savons qu'aux expositions favorables la limite des neiges se trouvait alors vers 2450^m.

Pour les autres stades il est possible de tracer sur la Carte au $\frac{1}{20000}$ le contour approximatif du glacier, donc aussi d'en planimétrer la surface. Mais dès lors la *limites des neiges* correspondant à chaque stade peut être déterminée par la « méthode de Bruckner » (courbe de niveau de la surface du glacier limitant le quart de la projection horizontale à partir du front) : on sait que sur les glaciers actuels la comparaison des résultats de ce procédé empirique avec ceux de l'observation directe est assez satisfaisante.

Voici le Tableau des données numériques sur les stades de Bédinat :

Stade.	Projection horizontale. Longueur.	Projection horizontale. Surface.	Altitude la plus basse du front.	Limite locale des neiges (Méth. Bruckner).
	m	ha	m	m
I. Eybens (Néowurm.).....	4000	238	980	1360
II.	1750	106	1420	1770
III.	1450	89	1600	1860
IV.	1040	62	1760	1970
V.	520	20,5	1940	2160
VI. (Max. du XIXe siècle.)...	270	?	2110	?

Grâce à ce vallon enregistreur, on possède désormais une base de comparaison assez précise pour tout l'ensemble des stades postwurmiens.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Le système glaciaire du Beerenberg de Jan Mayen.* Note de M. **P.-L. Mercanton**, présentée par le prince Bonaparte.

Le revêtement presque continu de neige et de glace qui habille le grand volcan éteint de Jan Mayen, le Beerenberg, et qui fait de cette montagne arctique l'exemple probablement le plus parfait du volcan englacié (le mont Rainier, en Californie, en serait la réplique) n'avait guère été étudié jusqu'à présent systématiquement, bien que de nombreux navigateurs, les Scoresby, les Charcot, les savants norvégiens du Vöringen et la mission autrichienne Wohlgemuth, entre autres, y aient déjà recueilli une documentation abondante, documentation d'autant plus précieuse que la glaciation de Jan Mayen semble avoir éprouvé dans les temps modernes des modifications très fortes.

La connaissance complète de la distribution des masses glaciaires supposait d'ailleurs l'ascension du cône terminal du Beerenberg, exploration tentée en 1882 par la mission autrichienne mais sans succès.

Grâce à l'extrême complaisance de l'ingénieur Ekerold, qui s'en allait créer à Jan Mayen la station météorologique et radiotélégraphique qui vient de rendre de si utiles services à la navigation, j'ai pu passer quatre semaines de l'été 1921 dans l'île et y obtenir aussi le concours efficace et bienvenu d'un petit groupe de naturalistes britanniques qui profitait des mêmes facilités.

Accompagné de MM. J.-M. Wordie, professeur à l'Université de Cambridge et Th. Lethbridge, étudiant à la même École, j'ai réussi le 11 août 1921 à atteindre le rebord du cratère et le point culminant du Beerenberg (environ 2500^{m}). L'ascension s'est faite directement de la baie de Jameson et en deux étapes. La première nous a conduit en 3 heures, par la vallée Ekerold à un bivouac aménagé en marge du glacier, vers 750^{m} d'altitude; la seconde étape, en 8 heures, de ce point au sommet, par la base peu inclinée du volcan d'abord et jusqu'à 1600^{m}, puis par les pentes très raides et très crevassées du flanc SW jusqu'au rebord du cratère vers 2400^{m}, et enfin à son culmen occidental. En dépit du temps peu favorable nous avons pu constater, pour la première fois, que ce cratère formait un cirque large de 1^{km} environ, aux parois abruptes, profondes de 200^{m} à 300^{m} et égueulé vers le Nord. Cet égueulement laisse fuir, dans une descente abrupte vers l'Océan, les glaces qui remplissent la caldeira et qui représentent le véritable collecteur du glacier Weyprecht. Ce point est ainsi acquis.

Mes observations au cours d'un périple du Beerenberg, corroborées par les documents antérieurs et tout particulièrement par les précieuses photographies du Dr Charcot, permettent en outre de tracer une esquisse suffisamment précise du système glaciaire du Beerenberg tel qu'il se présentait en 1921 :

Ce système comprend quatre parties distinctes. En faisant le tour du Beerenberg par le nord-est, à partir du glacier Weyprecht, on a :

I. *Le groupe du glacier Weyprecht*, qui comprend :

a. Le Weyprecht lui-même, qui seul provient du cratère;

b. Les deux amas de glace inférieurs qui s'alimentent dans le cirque limité par l'arête rocheuse descendant du sommet oriental du volcan.

Tous ces courants atteignent la mer.

II. *La collerette glaciaire septentrionale du Beerenberg*, qui comprend :

a. Le glacier Kjerulf, très individualisé encore et qui s'avance dans la mer;

b. Le glacier Svend Foyn qui en fait autant;

c. Les franges de glace qui dévalent les abrupts côtiers entre le Svend Foyn et la baie orientale de la Croix;

d. Les lobes glaciaires qui se dissipent sur le terrain, en arrière du cratère Sars;

e. Les lobes du glacier Dufferin, sur la face Est, dominant les flots;

f. Les deux affluents composant le glacier Friele, qui atteint la mer.

III. *Le groupe du cirque oriental*, qui comprend :

a. Le glacier Grieg, principalement;

b. L'affluent septentrional du glacier Wille.

Ces deux courants de glace atteignent la mer.

IV. *La collerette glaciaire méridionale-occidentale du Beerenberg*, qui comprend :

a. L'affluent sud du glacier Wille, lequel affluent descend de la croupe neigeuse constituant l'arête SE de la montagne;

b. Les lobes du glacier Petersen, au-dessus de la mer;

c. Les deux franges, peu étendues, au revers sud de l'arête SE;

d. Le très important glacier du Midi, qui descend jusqu'au voisinage des flots;

e. L'ensemble de lobes frontaux peu découpés qui s'étend jusqu'au lobe ou glacier occidental;

f. Ledit glacier occidental, descendant à l'est de la baie occidentale de la Croix, mais n'atteignant pas la mer;

g. L'étroit courant de glace atteignant la mer à l'est du Cap NW.

Il ne semble pas y avoir de glaciers en dehors du massif du Beerenberg. Peut-être cependant doit-on considérer comme une formation de ce genre les remplissages typiques du haut des barrancos du vieux cratère Bombelles, dans le sud-ouest de Jan Mayen.

D'ailleurs, la glaciation du Beerenberg semblait partout en décroissance : les appareils Weyprecht, Kjerulf et Svend Foyn, sur la côte Nord, non plus que les glaciers atteignant la mer sur la face Est, ne vêlaient pas du tout, en dépit du crevassement de leurs fronts. Certains lobes cessaient de parvenir au bord de l'eau même, où ils n'avaient laissé que des lambeaux de glacier mort fortement recouverts de détritus rocheux. Quant au glacier du Midi, il n'avait qu'une vitesse d'écoulement frontal d'un demi-centimètre par jour et a certainement reculé depuis 1882.

Il est très remarquable, d'autre part, que les importants appareils de la côte Nord, de même que le glacier si étendu du Midi, ne sont l'objet d'aucune mention antérieure au milieu du XIXe siècle. Leur importance était-elle donc si atténuée auparavant ?

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la coloration ocre que présentèrent en mars 1922 les neiges du Briançonnais.* Note [1] de MM. **Pons** et **Rémy**, transmise par M. Ch. Depéret.

Le 12 mars dernier, les habitants de la haute vallée de la Durance voyaient avec surprise que la neige de leurs montagnes, jusqu'alors d'une blancheur immaculée, avait subitement pris une teinte ocre, coloration variable d'ailleurs, plus claire ou plus foncée, plus grise ou plus rougeâtre suivant les régions, sans doute à cause de l'inégale épaisseur de la couche colorée.

De plus, fait curieux, la base comme les hauts sommets des montagnes avaient gardé à peu près leur aspect naturel, comme si le dépôt formé était dû à des courants atmosphériques qui régnaient à certaine altitude.

Les jours suivants la couleur ocreuse parut encore plus accentuée, en raison vraisemblablement du contraste qu'elle offrait avec de récentes avalanches de neige parfaitement blanches.

Enfin, les 20 et 21 mars, des chutes de neige rendaient au pays son aspect accoutumé.

Quelle était la nature de ce dépôt coloré? Était-il organique ou minéral? Était-ce là des algues unicellulaires semées par les vents, des poussières de pollen, ou plus simplement une poudre d'ocre? Et enfin, quelle pouvait être son origine?

Le 19 mars, un prélèvement de neige colorée était effectué sur les pentes du Gondran, vers 2350^{m} d'altitude, par le poste militaire de skieurs de la Seyte, descendu à Briançon et remis à l'un de nous aux fins d'analyse.

Le dépôt, séparé par centrifugation de l'eau de neige à laquelle il était mélangé, se présente, après dessiccation à 100°, sous forme de poudre impalpable jaune grisâtre qu'on ne saurait mieux comparer qu'à la terre de Sienne naturelle utilisée en peinture.

Au microscope, à un grossissement de 300-400 diamètres, c'est une poussière formée de particules amorphes ou cristallines, à cristaux le plus souvent très fragmentés; ces particules sont incolores ou colorées en gris, en jaune, en brun plus ou moins foncé. On peut y reconnaître des paillettes miroitantes de mica et des grains anguleux de quartz. Enfin, certaines particules informes sont organiques et se colorent par les réactifs ordinaires.

A la calcination, la poudre charbonne très légèrement, preuve qu'elle renferme

---

[1] Séance du 29 mai 1922.

quelque peu de matière organique, et perd au rouge vif un dixième de son poids; elle apparaît alors plus foncée qu'auparavant, de teinte plus brune.

La poudre calcinée ne paraît guère attaquable par les acides. Après décomposition par fusion à l'aide de carbonates alcalins, l'analyse chimique y révèle en abondance : l'acide silicique, l'alumine et le fer.

Nous en conclurons que le dépôt couleur ocre est un silicate d'alumine, c'est-à-dire une argile, mélangé à de fines particules de mica et de quartz, coloré par de l'oxyde de fer et renfermant une faible proportion de poussières organiques. Notons toutefois l'absence complète de débris d'organismes microscopiques : algues ou foraminifères siliceux (diatomées, radiolaires) si facilement reconnaissables.

L'analyse chimique, si elle nous renseigne exactement sur la composition de cette poudre impalpable répandue sur le Briançonnais, ne nous donne malheureusement guère d'indications au sujet de son origine, car les terrains argileux, qui ont pu lui donner naissance, abondent dans la nature. Là, nous en sommes réduits aux conjectures. Disons tout de suite que toute hypothèse à cet égard peut être infirmée ou confirmée par des renseignements météorologiques généraux. Or nous savons seulement que les vents dominants de notre région venaient à ce moment du Sud-Ouest.

Les habitants, tant soit peu instruits, n'hésitaient pas à attribuer au dépôt qui nous occupe une origine vésuvienne. Cette hypothèse est peu plausible en raison de l'absence des inclusions vitreuses caractéristiques des poussières volcaniques. Les déserts d'Afrique, dont les dunes sont sans cesse sculptées par l'érosion éolienne, semblent bien capables d'avoir fourni aux courants atmosphériques une telle quantité de particules infinitésimales qui, en certains endroits, paraît-il, formaient sur la neige une couche de 2^{mm} à 3^{mm} d'épaisseur. On peut aussi, avec plus de vraisemblance, émettre l'hypothèse [1] que ces particules minérales proviennent simplement de la région du Vaucluse où en certaines localités (Apt, Villes, etc.) on prépare très en grand des ocres industriels. Un vent violent du Sud-Ouest a pu soulever les dépôts d'ocre, en disséminer les éléments dans l'atmosphère, qui, transportés eusuite par les courants aériens, sont venus s'abattre dans une zone déterminée de nos Alpes. Les exemples abondent de fumées volcaniques, de sables ou de poussières transportés par les vents à pareille distance et nous ne voyons là aucun mystère, si d'aventure les plus fines poussières vauclusiennes se sont transformées en un voile d'ocre jeté sur nos montagnes.

---

(1) Cette hypothèse nous a été suggérée par M. Depéret.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *L'organisatisn libéroligneuse, chez la Mercuriale, reproduit-elle une disposition ancestrale?* Note [1] de M. P. **Bugnon**, présentée par M. Guignard.

J'ai montré récemment [2] que la ramification terminale dichotome du faisceau libéroligneux médian, dans les cotylédons de la Mercuriale (*Mercurialis annua* L.), pouvait être considérée comme un caractère ancestral. Parmi les arguments fournis en faveur de cette interprétation, je rappellerai les suivants : le caractère envisagé ne se retrouve pas dans les feuilles végétatives de la même plante et, cependant, il ne semble pas en rapport avec une adaptation quelconque des feuilles cotylédonaires.

Or l'organisation de la base du faisceau libéroligneux cotylédonaire médian a été regardée, elle aussi, comme reproduisant une disposition ancestrale, notamment par M. G. Chauveaud.

Cette organisation diffère-t-elle donc fondamentalement, comme cet auteur l'admet, de celle de la base du faisceau correspondant des feuilles végétatives? Ses caractères propres ne tiennent-ils pas simplement aux conditions spéciales d'insertion des feuilles cotylédonaires? C'est à l'examen de ces questions que la présente Note est consacrée.

1° *Feuilles végétatives.* — Le faisceau libéroligneux médian d'une feuille végétative de Mercuriale se continue seul, en fin de compte, dans la tige, pour y constituer la trace de cette feuille.

Dans la partie supérieure du nœud de la feuille sous-jacente (disposition phyllotaxique opposée-décussée), après avoir traversé deux entre-nœuds par conséquent, et en face de la base d'un bourgeon axillaire, cette trace est bifurquée; ses deux branches se raccordent promptement, dans l'épaisseur du même nœud, avec les deux groupes de faisceaux qui correspondent au bourgeon axillaire (*fig.* 1, I) [3].

Pour les deux premières feuilles végétatives au-dessus des cotylédons, lesquelles n'ont pas d'autres feuilles directement au-dessous d'elles, une bifurcation semblable de la trace foliaire s'observe néanmoins; mais ses branches viennent se raccorder latéralement aux moitiés correspondantes des traces cotylédonaires, dans la région supérieure de l'hypocolyte; et c'est après avoir traversé seulement un entre-nœud que le faisceau considéré présente sa bifurcation (*fig.* 1, II).

---

[1] Séance du 29 mai 1922.

[2] P. Bugnon, *Sur la ramification dichotome dans les cotylédons* (*Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 1194).

[3] Au cours de cette Note, je n'accorderai qu'un sens purement descriptif aux termes de bifurcation et de raccord.

Ainsi, tous les faisceaux médians des feuilles végétatives se raccordent par une bifurcation avec l'appareil conducteur sous-jacent; *mais la disposition de ce dernier influe sur les modalités du raccord et sur le niveau où la bifurcation se produit.* Ce niveau est d'ailleurs très voisin, à l'origine, de la base foliaire correspondante, car le raccord existe avant que les entre-nœuds et les périoles soient constitués par accroissement intercalaire.

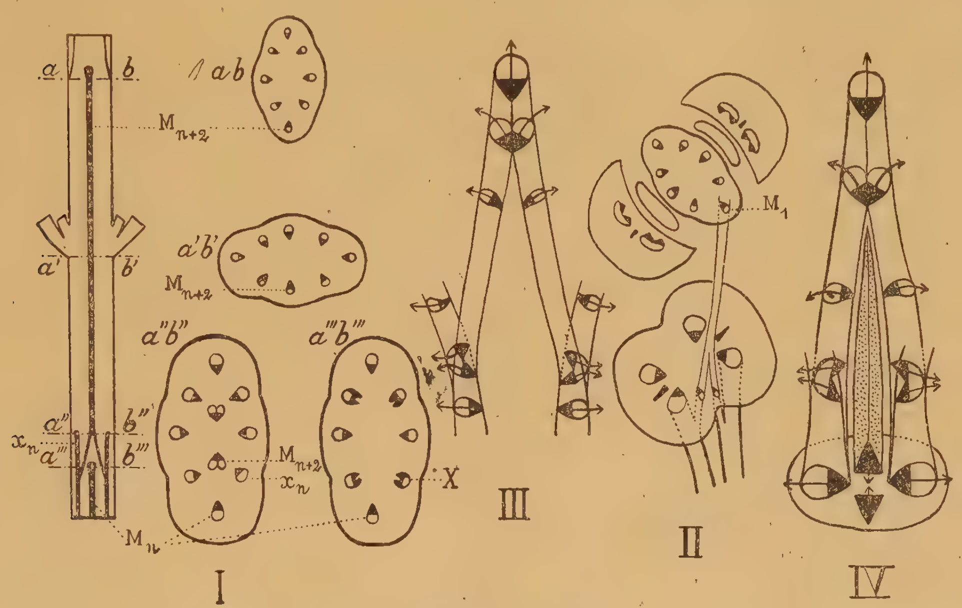


Fig. 1. — *Mercurialis annua* L.

I : Schémas : 1° du parcours de la trace foliaire (M_{n+2}) d'une feuille végétative (F_{n+2}) et de son raccord avec les faisceaux (x_n) du bourgeon axillaire de la feuille sous-jacente (F_n), au nœud de celle-ci; 2° des coupes transversales au niveau de la base du nœud des feuilles F_{n+2} ($a\,b$), au niveau de la base du nœud des feuilles F_{n+1} ($a'\,b'$), au niveau de la région supérieure ($a''\,b''$) et de la région inférieure ($a'''\,b'''$) du nœud des feuilles F_n. M_n, faisceau médian d'une feuille F_n; X, faisceau anastomotique dans la composition duquel entre une moitié de la trace M_{n+2}.

II : Schéma du parcours de la trace foliaire (M_1) d'une des feuilles végétatives (F_1) suivant immédiatement les cotylédons et de son raccord avec les traces cotylédonaires dans la région supérieure de l'hypocotyle.

III et IV : Schémas comparés du raccord avec l'appareil conducteur sous-jacent : 1° d'une trace de feuille végétative; 2° d'une trace de feuille cotylédonaire.

Si l'on étudie, d'autre part, les transformations progressives du faisceau d'une trace foliaire aux divers niveaux de sa bifurcation, à partir du point où il est encore simple, on constate, fait important, que la direction de la différenciation ligneuse subit elle-même une bifurcation et que ses branches s'incurvent en divergeant; cette rotation est nécessitée par le raccord latéral avec des faisceaux orientés différemment (*fig.* 1, III).

2° *Feuilles cotylédonaires.* — La portion inférieure du faisceau libéroligneux médian des feuilles cotylédonaires présente, comme celle du faisceau correspondant des feuilles végétatives, l'aspect d'une bifurcation. Celle-ci est, toutefois, située dans la base même du limbe cotylédonaire et les deux branches divergentes, au lieu de se raccorder latéralement à d'autres faisceaux du même type, qui n'existent pas à un

niveau inférieur, sont aboutées avec le cylindre central de la première racine, dont la base est d'ailleurs très voisine, à l'origine, des bases cotylédonaires [1].

Si, à partir du point où le faisceau cotylédonaire médian est simple, on étudie ses transformations progressives aux divers niveaux de la bifurcation, on constate que tout se passe comme pour le faisceau médian des feuilles végétatives. Mais, du bois centripète, continuant exactement l'un des cordons ligneux centripètes de la racine, se différencie entre les deux branches de la bifurcation, et avant les vaisseaux propres à ces branches (*fig.* 1, IV); il reste néanmoins séparé d'elles par du parenchyme conjonctif, sauf vers la base de l'hypocotyle [2]; il disparaît enfin de bonne heure par le fait de l'accroissement intercalaire longitudinal qui affecte avec une grande intensité cette région de raccord. Le même accroissement rend aussi très aigu l'angle de la bifurcation et en allonge considérablement les branches [1].

L'analogie avec le faisceau médian des feuilles végétatives est ainsi d'autant plus étroite que l'on considère les faisceaux à un stade plus jeune et, notamment, avant l'entrée en jeu de l'accroissement intercalaire longitudinal, auquel l'hypocotyle, les entre-nœuds et les pétioles doivent leur importance tardive. D'autre part, l'étude du raccord des faisceaux médians des feuilles végétatives avec l'appareil conducteur sous-jacent nous a conduit à conclure que la disposition variable de ce dernier influe sur les modalités mêmes du raccord et sur le niveau où la bifurcation se produit. Nous sommes donc amené tout naturellement à interpréter l'organisation de la base du faisceau cotylédonaire médian comme un raccord du même type général que celui du faisceau médian des feuilles végétatives, à attribuer ses caractères propres (place de la bifurcation, présence de bois centripète entre ses branches) aux conditions particulières auxquelles ce raccord est astreint.

En définitive, l'étude anatomique et ontogénique comparée de la base du faisceau médian dans les cotylédons et dans les feuilles végétatives de la Mercuriale y révèle une organisation libéroligneuse identique dans ses traits principaux; les différences, d'importance secondaire, peuvent être rapportées : 1° à l'organisation variable de l'appareil conducteur sous-jacent, avec lequel les faisceaux médians se raccordent par leur base; 2° à l'intervention et à la localisation d'un intense accroissement intercalaire longitudinal. L'organisation libéroligneuse de l'hypocotyle, même chez la Mercuriale, cas cependant considéré par G. Chauveaud comme l'un des plus favorables à sa théorie, ne semble donc pas satisfaire aux conditions nécessaires pour qu'elle puisse être interprétée avec vraisemblance comme une disposition ancestrale.

---

(1) P. Bugnon, *Sur l'hypocotyle de la Mercuriale* (*Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 954).

(2) G. Chauveaud, *L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution* (*Ann. Sc. nat.*, 9e série, Bot., t. 13, 1911, p. 113). Voir les figures 62 à 74.

BOTANIQUE. — *Les principales variations du développement vasculaire dans les premières phyllorhizes des Phanérogames ne sont pas déterminées par l'accroissement intercalaire.* Note [1] de M. **Gustave Chauveaud**, présentée par M. E. Bouvier.

Nous croyons devoir présenter à l'Académie quelques remarques au sujet d'une Note récente sur l'hypocotyle de la Mercuriale [2].

La constitution vasculaire typique, d'après nos recherches, comprend : 1° des vaisseaux alternes; 2° des vaisseaux intermédiaires; 3° des vaisseaux superposés. Cette constitution typique se trouve réalisée dans la tige entière des Cryptogames fossiles, telles que les Sphénophyllées. Elle est réalisée également dans la racine des Phanérogames et souvent aussi dans la partie primitive de leur tige.

Chez la Mercuriale, par exemple, on la trouve dans l'hypocotyle et dans la base des cotylédons. Sa réalisation y est plus rapide que dans la racine et d'autant plus rapide qu'on s'élève davantage. Ainsi les vaisseaux alternes, les vaisseaux intermédiaires et les premiers vaisseaux superposés sont différenciés à un certain niveau des cotylédons avant que les vaisseaux alternes aient achevé leur différenciation dans la base de la racine. Le développement vasculaire présente donc dans cette plante une accélération basifuge très accentuée. Par conséquent, cette accélération est un fait et non pas seulement une théorie. Si l'on s'élève davantage, l'accélération se manifeste encore : 1° par la suppression graduelle de la première phase du développement vasculaire correspondant aux vaisseaux alternes qui ne sont plus représentés; 2° par la suppression graduelle de la seconde phase correspondant aux vaisseaux intermédiaires, qui cessent à leur tour d'être représentés. A partir de cette hauteur dans la première phylle et dans toutes les phylles suivantes, les vaisseaux superposés correspondant à la troisième phase sont seuls représentés et apparaissent par conséquent en premier lieu.

Chez le Ricin, ces derniers vaisseaux apparaissent en premier lieu dès la base de l'hypocotyle; et, à son sommet, les cloisonnements qui vont produire de nouveaux vaisseaux superposés se montrent avant que les vaisseaux alternes aient achevé leur différenciation dans la base de la racine.

(1) Séance du 29 mai 1922.

(2) *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 954.

Le développement vasculaire présente donc, dans le Ricin, une accélération basifuge plus grande encore que dans la Mercuriale.

Tels sont les faits que nous avons établis, il y a longtemps déjà, et qui ont été souvent confirmés depuis lors. Ces faits, nous les interprétons, en disant : chez les Phanérogames, le développement vasculaire se réalise dans la racine, comme il se réalisait dans la tige fossile des Cryptogames, tandis que dans leur tige il subit une accélération basifuge plus ou moins grande. Relativement peu considérable chez la Mercuriale où ses premières phases sont encore représentées dans l'hypocotyle et dans la base des cotylédons, il est au contraire considérable chez le Ricin où ses premières phases ne sont plus représentées ni dans les cotylédons, ni dans l'hypocotyle.

A cela, on vient d'opposer une interprétation différente qui se résume dans la conclusion suivante : « C'est l'intervention plus ou moins intense, plus ou moins précoce, c'est la localisation particulière de l'accroissement intercalaire longitudinal, phénomènes secondaires au cours du développement ontogénique, qui paraissent déterminer dans l'hypocotyle et dans les cotylédons les dispositions vasculaires variables interprétées par G. Chauveaud comme l'évidente manifestation d'une accélération plus ou moins forte. »

D'après cette conclusion, on doit donc substituer l'accroissement intercalaire à l'accélération basifuge qui tout simplement disparaît.

Or l'accroissement intercalaire est un phénomène relativement tardif en effet. Il exerce sur les vaisseaux déjà lignifiés une action mécanique qui peut amener leur dislocation et servir par conséquent à expliquer leur suppression. Mais cette suppression des premiers vaisseaux est une partie seulement du phénomène qu'il s'agit d'interpréter.

Quand nous avons fait connaître l'évolution vasculaire, la présence des vaisseaux alternes dans les cotylédons était un fait nouveau qu'il importait d'abord de faire accepter. C'est pourquoi nous avons dû beaucoup insister sur la suppression hâtive des vaisseaux alternes qu'on ne trouve plus dans les cotylédons, si l'on examine des plantules trop âgées.

Aujourd'hui, la présence des vaisseaux alternes dans les cotylédons n'est plus contestée. Mais on ne veut pas encore admettre que ces vaisseaux appartiennent à la constitution primitive des cotylédons. On ne veut pas davantage admettre que les vaisseaux alternes qui se trouvent dans toute la longueur de l'hypocotyle appartiennent à la constitution primitive de la tige dont cet hypocotyle représente cependant la partie la plus primitive.

On essaie d'attribuer la présence des vaisseaux alternes dans ces parties de la plante à l'intervention d'un « phénomène secondaire au cours de l'évolution ontogénique ». En faisant intervenir ainsi l'accroissement intercalaire, on espère sans doute pouvoir rattacher, de cette manière, les vaisseaux alternes à la racine. Dans ce cas, il faudrait prouver non seulement que les vaisseaux alternes ont été amenés par l'accroissement intercalaire de l'hypocotyle jusque dans les cotylédons, mais qu'ils avaient été déjà amenés pareillement de la racine jusque dans l'hypocotyle.

Supposons que cette double preuve puisse être fournie, il y aurait alors à expliquer pourquoi la différenciation de ces vaisseaux alternes précède toujours la différenciation des vaisseaux superposés, c'est-à-dire pourquoi les vaisseaux provenant de la racine se différencient, dans l'hypocotyle et dans les cotylédons, avant les vaisseaux qui représentent la constitution primitive de cet hypocotyle et de ces cotylédons.

Une telle démonstration ne suffirait même pas.

Il resterait à expliquer pourquoi la différenciation des premiers vaisseaux et l'apparition des premiers cloisonnements secondaires sont plus hâtives dans le cotylédon que dans l'hypocotyle et plus hâtives dans le sommet de l'hypocotyle que dans sa base et dans la base de la racine.

Par conséquent, si l'on veut expliquer les principales modifications vasculaires, surtout les plus primitives, on ne peut pas substituer l'accroissement intercalaire à l'accélération basifuge.

L'accroissement intercalaire avait d'ailleurs été invoqué déjà pour expliquer la présence des vaisseaux alternes dans l'hypocotyle. Van Tieghem, qui n'envisageait pas alors leur présence jusque dans les cotylédons, avait même proposé de donner le nom de *rhizelle* à la partie de l'hypocotyle où l'on trouve les vaisseaux alternes.

Seulement, depuis qu'il avait proposé cette solution, Van Tieghem a fait un rapport à l'Académie pour décerner le prix Bordin au Mémoire dans lequel nous avons précisément décrit l'accélération basifuge qui a reçu de ce fait une consécration doublement significative.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Mécanisme des échanges entre la cellule et le milieu ambiant.* Note (¹) de M. **Louis Lapicque**, présentée par M. d'Arsonval.

Mes recherches sur les algues marines, commencées en 1917 dans le but pratique d'en déterminer la valeur alimentaire, m'ont amené rapidement à reprendre la question générale de l'équilibre osmotique entre la cellule et son milieu. Les algues offrent pour cette étude des conditions particulièrement favorables, d'autant plus intéressantes, qu'à certains égards ces conditions se rapprochent de celles où vivent les cellules des animaux supérieurs.

Voici les faits que j'ai observés :

1° La pression osmotique, mesurée par l'abaissement Δ du point de congélation (dans un bouillon, tout calcul fait), est en général voisine de 2°,50, contre 2°,05 pour l'eau de mer (Manche). En hiver, les sels en forment la plus grande partie et présentent une concentration plus grande que celle de l'eau de mer. Le bulbe de *Saccorhiza bulbosa* recueilli en décembre-janvier est particulièrement démonstratif à cet égard ; on trouve dans le suc de l'algue, pour la somme des sels dissous, un excès de concentration de 20 pour 100 sur l'eau de mer recueillie au même moment et au même endroit. Or il s'agit d'un tissu jeune, en voie d'accroissement qui, par conséquent, a dû accumuler ces sels contre la diffusion et contre une pression effective (turgescence) d'au moins 5^{atm}.

La doctrine classique, qui assimile la cellule à un osmomètre et traite implicitement l'utricule protoplasmique comme une membrane inerte, ne peut rendre compte du phénomène.

2° Quand on observe au microscope, dans l'eau de mer, des fragments d'algue marine filamenteuse (*Ectocarpus*), la turgescence, qui résulte de l'excès de concentration de la cellule sur son milieu, se manifeste aux yeux par le bombement de la cloison entre une cellule intacte et une cellule ouverte. Dans l'eau de mer additionnée de sel ou de sucre de façon à en élever le Δ de 2°,15 (Méditerranée) à 3° environ, la turgescence disparaît et même quelques cellules sont plasmolysées, phénomène classique. Cette plasmolyse disparaît assez rapidement, ce qui est également classique et s'expliquerait par la diffusion à travers une membrane imparfaitement

(¹) Séance du 29 mai 1922.

semi-perméable. Mais il y a plus : en quelques heures, le bombement caractéristique de la turgescence réapparaît; les cellules peuvent donc reconstituer rapidement un excès de pression osmotique sur leur milieu; elles effectuent ce travail à l'obscurité comme à la lumière.

3° Il est bien connu que les algues d'eau douce ont un excès de pression osmotique sur leur milieu. Chez *Spirogyra* à l'état naturel, j'ai trouvé, par la méthode du bouillon, des Δ compris entre 0°,40 et 0°,50, le Δ de l'eau ambiante étant 0°,02. Les sels fournissent la plus grande partie de cette concentration moléculaire. D'autre part, si l'on place ces Spirogyres 12 ou 24 heures, à l'obscurité, dans un bain salé constitué en ajoutant à l'eau de leur bassin natal une certaine proportion (équimoléculaire) de NaCl et de KCl, leur Δ s'élève en fonction de celui du bain, croissant toutefois moins vite que celui-ci. Leur teneur en cendres solubles et leur conductivité électrique, mesure de leur teneur globale en électrolytes, s'accroît *pari passu*.

Ainsi les cellules des algues possèdent la propriété de réagir suivant la concentration de leur milieu pour maintenir leur turgescence par une augmentation de leur propre concentration. Cette conclusion est en accord avec une série d'observations et d'expériences éparses (Eschenhagen, 1889; Drews, 1896; Van Rysselberghe, 1898; Pantanelli, 1904), qui n'ont pas attiré l'attention autant que le méritait l'importance de la question.

Nous ajoutons la précision suivante : cette réaction consiste, pour une bonne part, dans l'accumulation de sels au delà de la concentration ambiante.

Une telle accumulation, où n'interviennent ni insolubilisation ni évaporation, est incompatible avec le fondement de la doctrine classique, à savoir que (formule récente — 1920 — d'un des champions de cette doctrine) « tous les échanges des cellules sont déterminés par les lois de l'osmose ». Je considère, au contraire, comme assuré que les échanges des cellules, soit en eau, soit en substances dissoutes, s'accomplissent par un travail physiologique où la diffusion et la pression osmotique interviennent plus souvent comme résistances que comme forces agissantes; telle la pesanteur par rapport aux déplacements d'un animal. Les arguments divers par lesquels on a voulu réduire à ces phénomènes physiques simples les innombrables accumulations constatées, ne sont valables que pour certains cas spéciaux. On est obligé de reconnaître l'existence dans la cellule d'une fonction vitale dépensant de l'énergie pour surmonter les équilibres physiques, comme une pompe surmonte les équilibres hydrostatiques. Je propose d'appeler cette fonction *épictèse* (acquisition en excédent).

On peut concevoir le mécanisme de l'*épictèse* en rapprochant les deux faits suivants.

4° L'utricule protoplasmique est, non une membrane inerte, mais un liquide continuellement en mouvement. Cette consistance et cette agitation,

généralement admises, sont pourtant discutées; elles sautent aux yeux dans un phénomène spécial aux Spirogyres et que j'y ai découvert par hasard. Au microscope à fond noir (ultramicroscope), on voit le protoplasma de chaque cellule fourmillant de paillettes qui scintillent et s'éteignent tour à tour en de vifs mouvements de rotation et de déplacement capricieux. Le mouvement brownien ordinaire, résultant de l'agitation moléculaire banale, ne pourrait être que bien plus lent en ce milieu visqueux; d'autre part, l'échauffement ou le refroidissement active ou ralentit le phénomène bien plus que proportionnellement à la température absolue. C'est le protoplasma lui-même qui bouillonne sous l'effet de la combustion respiratoire; il est invisible, mais les paillettes entraînées dans ses remous en révèlent les tourbillons. Ce bouillonnement transporte chaque parcelle de protoplasma d'une face à l'autre de la membrane, et met ainsi cette parcelle en contact, tantôt avec l'eau ambiante, tantôt avec le suc cellulaire.

5° Or l'eau douce, comme l'eau de mer, est alcaline (P. H. variable aux environs de 8); le suc cellulaire est acide (P.H. égal au plus à 5 dans le cas de mes Spirogyres). En examinant au microscope l'effet de solutions très légèrement alcalines ou très légèrement acides sur le protoplasma des algues (jeunes rameaux de *Cladophora* d'eau douce ou de *Callithamnium* marin), on voit ce protoplasma se rétracter fortement dans l'acide et se gonfler dans l'alcali.

Chaque parcelle d'un protoplasma, siège de l'agitation vitale, doit donc se comporter comme une éponge qui s'imbiberait dans le milieu extérieur, puis se trouverait comprimée dans le milieu intérieur.

Un tel mécanisme, dans lequel l'énergie est fournie par la combustion respiratoire, rend compte de la poussée radiculaire (pleurs de la vigne) qui cesse quand on prive les racines d'oxygène. D'autre part, on aperçoit, dans l'étude comparative des propriétés d'adsorption du protoplasma successivement en milieu alcalin et en milieu acide, une voie nouvelle pour expliquer, non seulement l'accumulation de sels, mais l'accumulation élective.

PHYSIOLOGIE. — *Variation de la pression osmotique du sang des Sélaciens sous l'influence de la modification de la salinité de l'eau de mer environnante.* Note de MM. **Paul Portier** et **Marcel Duval**, transmise par S. A. S. le prince de Monaco.

Dans un travail récent ([1]) nous avons étudié les modifications de la pression osmotique du sang d'un Téléostéen d'eau douce sous l'influence de la variation de salinité du milieu extérieur.

Les circonstances ne nous ont pas encore permis de faire la même recherche sur un Téléostéen marin. Mais nous pouvons dès maintenant indiquer les résultats d'une étude analogue faite sur un Sélacien (*Scyllium canicula*).

Les poissons utilisés, en captivité depuis peu de jours dans les aquariums du Musée de Monaco, étaient en parfait état. Leur poids oscillait entre 300^g et 400^g.

Après un séjour de 2 à 6 heures dans plusieurs litres d'eau de mer diluée ou au contraire sursalée dans des proportions variables, le poisson était saigné au moyen d'une incision faite à la partie supéro-interne de la ligne d'implantation d'une nageoire pectorale ([2]). On obtenait ainsi facilement 3^{cm^3} de sang, quantité largement suffisante pour faire une détermination cryoscopique précise avec l'appareil spécial dont nous disposions.

La pression osmotique des solutions dans lesquelles le poisson séjournait a varié de $-0°,46$ à $-4°$ environ. Le point de congélation de cette solution à $-4°$ la plus concentrée n'a pu être déterminé avec l'approximation habituelle, la graduation de notre thermomètre ne s'y prêtant pas.

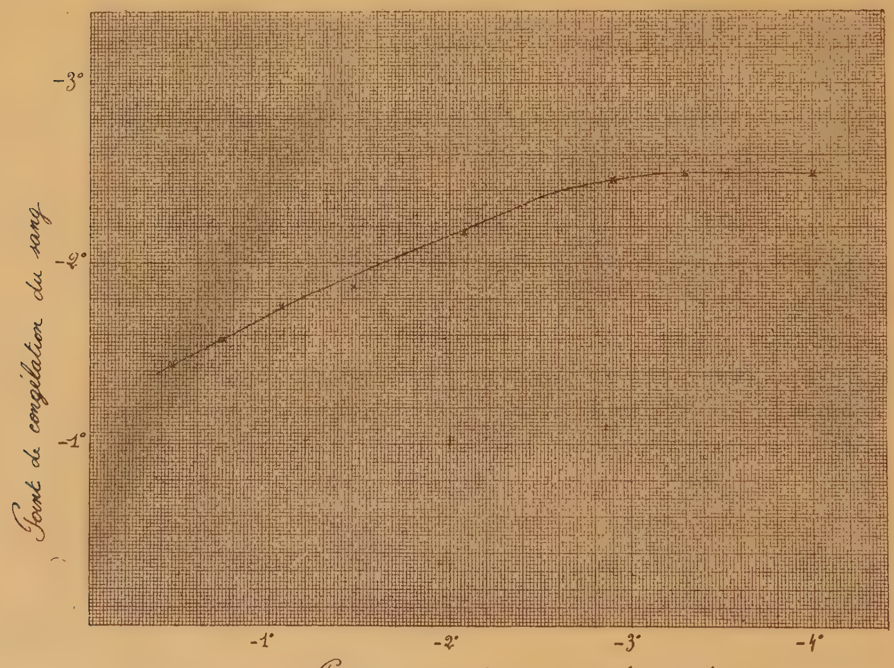
L'eau de mer des aquariums du Musée de Monaco se congelait à $-2°,08$.

Les principaux résultats de ces expériences sont consignés dans le tableau et le graphique ci-après :

([1]) *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 1366.

([2]) Cette technique nous a été obligeamment indiquée par M. Ladreyt que nous assurons de notre gratitude.

Durée du séjour dans la solution.	Point de congélation de la solution (eau de mer diluée ou sursalée).	Point de congélation du sang.	État du poisson au moment de sa sortie de la solution.
h m 3.30	o 0,46	o —1,44	très mauvais
5	—0,74	—1,58	mauvais
3.30	—1,07	—1,76	excellent
6.20	—1,47	—1,87	assez bon
Eau de mer normale	—2,08	—2,17	excellent
3.45	—2,90	—2,46	très mauvais
1.40	—3,30	—2,50	très mauvais
2.20	—4	—2,50	très mauvais



On voit donc que :

1° La pression osmotique du sang du Sélacien (*Scyllium canicula*) n'est pas, comme l'ont annoncé plusieurs expérimentateurs, tout à fait égale à celle de l'eau de mer environnante. Nous l'avons toujours trouvée supérieure d'environ $\frac{9}{100}$ de degré (eau de Monaco — 2°,08 ; sang du Sélacien —2°,17).

2° Pour des concentrations inférieures à celle de l'eau de mer, la pression osmotique du sang du poisson diminue régulièrement avec celle du milieu ambiant, mais moins vite que celle-ci.

3° Pour des concentrations supérieures à la normale, la pression osmotique du Sélacien augmente d'abord régulièrement de manière à prolonger la courbe obtenue dans l'eau diluée. Mais bientôt l'efficacité du mécanisme régulateur s'accentue et la pression osmotique reste à peu près constante lorsque la pression du milieu extérieur varie de — 3° à — 4°.

4° L'observation des phénomènes présentés par les poissons au bout d'un certain temps de séjour dans les diverses solutions montre que nos Sélaciens supportent beaucoup mieux la dilution de l'eau de mer que son enrichissement en sel.

5° D'une manière générale, la « tendance à la régulation » (¹), c'est-à-dire l'indépendance du milieu intérieur est moins accentuée chez le Sélacien que chez le Téléostéen. Ceci s'accorde bien avec le fait généralement accepté que le Sélacien est inférieur en organisation au Téléostéen, qu'il se trouve situé à un degré inférieur de l'échelle animale.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Constitution de l'œuf ovarien de Carpe* (Cyprinus Carpio). Note de M. E. **Fauré-Fremiet** et Mlle H. **Garrault**, présentée par M. Henneguy.

Cytologie de l'œuf ovarien. — L'œuf ovarien de Carpe arrivé près du terme de sa croissance montre une vésicule germinative assez volumineuse entourée d'une couche cytoplasmique chromatique très développée; le reste du cytoplasme renferme de fines granulations mitochondriales et deux sortes d'éléments vitellins; les uns apparaissent *in vivo* comme des vésicules renfermant un ou deux globes hyalins; les autres, assez réfringents, se montrent le plus souvent sous l'aspect de cristalloïdes rappelant les tablettes vitellines des Batraciens; mais au contact de l'eau distillée, ils se gonflent rapidement puis se désagrègent et semblent se dissoudre.

Valenciennes et Fremy ont décrit ces deux sortes d'éléments vitellins comme « des gouttelettes de graisse » et des « granules transparents en tablettes, qui rappellent ceux du vitellus de la Raie ». Mais ils montrent, en ce qui concerne ces derniers, que, malgré l'analogie de forme, leur solubilité dans l'eau exclut toute comparaison avec l' « Ichtine » insoluble des œufs de Poissons cartilagineux et de Batraciens; ces auteurs nomment « Ichtidine » la substance constituant ces tablettes.

(¹) On pourrait l'apprécier au moyen de la pente générale de la courbe.

L'examen microchimique des œufs de Carpe montre un fait paradoxal : les globes hyalins qui correspondent aux « gouttelettes de graisse » de Valenciennes et Fremy se comportent comme des substances albuminoïdes, et les tablettes cristalloïdes se teignent par les colorants des lipoïdes tels que le rouge Soudan et le bleu de Naphtol (technique d'Arthur Meyer), *même après passage dans l'alcool, le chloroforme, le xylol et la paraffine;* on n'observe pas, d'autre part, de graisse osmioréductrice.

Au moment de la ponte, les tablettes d' « Ichtidine » disparaissent, et il ne reste plus dans l'œuf, d'après les mêmes auteurs, qu'un liquide vitellin « fortement albumineux » tenant en suspension de la « graisse phosphorée ».

Composition centésimale des œufs ovariens. — L'étude des ovaires de Carpe prélevés deux mois avant l'époque du frai nous a donné les chiffres moyens suivants :

Eau	66,3
Substances protéiques (N total × 6,25)	25,7
Corps gras (acides gras × 1,046)	6,2
Cholestérine	0,45
Hydrates de carbone	0,0
Cendres	2,0
Total	100,65

Séparation des éléments vitellins. — Nous avons broyé des ovaires avec de l'eau salée à 9 pour 1000 qui n'altère pas, ou très faiblement, les globules vitellins de l'œuf; l'émulsion obtenue étant filtrée sur une toile qui retient les membranes vitellines et les débris de tissus, on recueille une suspension d'éléments vitellins qui peut être centrifugée; au-dessous d'un liquide trouble contenant de fines granulations, on recueille alors :

1° Une couche verdâtre constituée par les vésicules et les globes hyalins;

2° Un culot jaune rosé constitué par les tablettes cristalloïdes plus lourdes (Ichtidine); la séparation et les lavages sont faciles.

Globes hyalins. — Traités par l'eau distillée, les globes hyalins donnent un important résidu insoluble et une solution opalescente précipitable par l'alcool.

Nous avons trouvé pour la fraction insoluble 14,82 pour 100 d'azote et 0,417 pour 100 de phosphore; la fraction soluble précipitée et séchée nous a donné 0,457 pour 100 de phosphore. Les globes hyalins sont donc constitués par des phosphoprotéides, par des « vitellines ».

Tablettes d'Ichtidine. — Centrifugées à grande vitesse après plusieurs lavages, les tablettes d'Ichtidine confluent et forment une masse pâteuse;

traitée par une très petite quantité d'alcool, cette masse se gonfle et devient visqueuse; si l'on augmente la proportion d'alcool, il se produit, au contraire, un abondant précipité blanchâtre et l'alcool se teinte en jaune. En épuisant pendant dix heures par l'alcool bouillant (dans l'appareil de Kumagawa) 5g,4 du précipité obtenu, nous avons séparé 3g,829 de substance blanche insoluble et 1g,563 d'un extrait lipoïdique dont les deux tiers au moins sont formés par des lécithines précipitables par l'acétone.

La fraction insoluble nous a donné 14,64 pour 100 d'azote et 0,573 pour 100 de phosphore.

L'« Ichtidine » de l'œuf de Carpe peut donc être considéré comme un complexe de deux substances, une « vitelline » et une lécithine, difficiles à séparer l'une de l'autre, ce qui assure aux éléments figurés qu'elles constituent des propriétés microchimiques contradictoires en apparence.

Il est possible que les vitellines des globes hyalins et des tablettes d'« Ichtidine » ne soient qu'une seule et même phosphoprotéide; si l'on compare, dans ce cas, les analyses de Frémy et Valenciennes, de Gobley, de Walter et les nôtres, on voit que cette vitelline ne diffère, en première approximation, de l'« Ichtuline » des œufs de Salmonides que par ses caractères de solubilité en présence de l'eau distillée ou salée.

Corps gras. — Le fractionnement de l'extrait éthéré total de l'œuf de Carpe donne un très abondant précipité de phosphatides et un extrait qui renferme la cholestérine et des glycérides. En calculant les lécithines d'après le chiffre de phosphore lipoïdique total [1] nous avons trouvé les chiffres suivants :

Phosphatides ($P \times 25,75$)...........	12,33 pour 100 du poids sec total
Glycérides (par différence)..........	6,08 » »
Cholestérine......................	1,34 » »
Résidu insaponifiable...............	0,8 » »

A l'inverse de ce que nous avons constaté chez l'œuf de Truite, ce sont les phosphatides qui prédominent dans le vitellus de l'œuf de Carpe.

La séparation des glycérides est difficile [2]; d'autre part, bien que nous

(1) Corrigé d'après la perte subie après lavage des phosphatides.

(2) Nous avons pu caractériser la glycérine, l'acide myristique et un acide liquide non saturé.

ayons pu séparer par cristallisation une fraction renfermant la cholestérine et des acides gras, il semble que cet alcool, dont la plus grande partie est directement précipitable par la digitonine, ne soit pas éthérifié.

Hydrates de carbone. — La recherche du glycogène nous a donné des résultats négatifs; Walter avait également reconnu l'absence de cet hydrate de carbone.

Composés minéraux. — Les cendres contiennent, comme celles de l'œuf de Truite, une proportion importante de calcium. Le phosphore total atteint 1,2 pour 100; si l'on additionne le phosphore probable des vitellines et le phosphore des lécithines, il reste environ 0,14 pour 100.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la pluralité des virus aphteux.* Note (¹) de MM. **H. Vallée** et **H. Carré**, présentée par M. E. Roux.

Nous avons précédemment posé le problème de la pluralité des virus aphteux (²) et démontré, par des expériences appropriées, qu'une immunité solide contre un virus originaire du département de l'Oise (virus O) reste sans valeur à l'égard d'un virus d'origine allemande (virus A).

1. Poursuivant nos expériences, nous constatons par réciprocité que dix génisses guéries d'une infection par virus A depuis 34, 36, 49, 52, 60 jours et réfractaires à une nouvelle inoculation de ce même virus, s'infectent toutes par le virus O.

L'infection est également bien obtenue par cohabitation avec un malade ou par inoculation sous-cutanée de sang virulent. La gravité de la récidive à si courte échéance est de tous points comparable à celle de l'infection initiale.

Il est donc acquis que chacun des virus O et A, s'il vaccine contre lui-même, ne confère aucune résistance appréciable à une infection croisée.

2. On ne saurait attribuer la sensibilité croisée, à l'un des virus O ou A, des animaux guéris d'une première infection A ou O, à une défaillance pure et simple de l'immunité. Une première atteinte de la maladie O ou A, suivie d'une épreuve d'inoculation avec des doses massives du virus même

(¹) Séance du 29 mai 1922.

(²) *Bulletin de la Société de Médecine vétérinaire pratique*, 11 janvier 1922, p. 11-17, et 8 février 1922, p. 47-50; *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 207.

qui l'a provoquée, laisse le sujet parfaitement résistant à toute récidive à bref délai par le même virus. L'immunité solide, totale, ainsi conférée, cède à une réinoculation d'un virus différent.

Par contre, l'évolution successive de deux infections provoquées, l'une par le virus O, l'autre par le virus A, confère à l'organisme l'immunité contre ces deux types virulents.

La dualité des virus O et A est donc un fait démontré. Nous tenons à la disposition des chercheurs, aux fins de contrôle, des échantillons de ces deux origines.

III. Doit-on considérer les virus O et A comme deux types microbiens totalement distincts, déterminant chacun une maladie propre, et convient-il de décrire dorénavant une fièvre aphteuse liée à l'évolution de O et une fièvre para-aphteuse provoquée par le virus A?

Faut-il, au contraire, regarder les formes virulentes O et A comme deux races d'un même virus, ne se distinguant entre elles que par leur inaptitude à une vaccination croisée?

Pour notre part, nous n'osons encore conclure. Aucune distinction ne peut être établie dans les manifestations cliniques provoquées par l'un et l'autre type. Les virus O et A sont également pathogènes pour le bœuf, le porc, le mouton. L'un et l'autre sont inoculables dans les mêmes conditions au cobaye. Le cheval est réfractaire à tous deux. Quant à l'inoculation à l'homme qui ne pouvait être tentée que sur nous-mêmes et notre personnel, nous n'y avons point eu recours. Manipulant depuis de longues années des virus aphteux d'origines fort diverses, nous ne représentons point le terrain favorable à une semblable tentative.

Les modes de contagion de O et de A sont identiques; leur inoculation s'établit, dans toutes les formes possibles, dans les mêmes conditions, encore que la durée de l'incubation soit d'ordinaire plus longue pour O que pour A. Les deux virus se comportent de la même manière aux épreuves de filtration et se conservent également bien, durant des mois, en sang défibriné au frigorifique entre $-1°$ et $+2°$.

Pour notre part, nous n'osons encore conclure et, tout en penchant en faveur de la pluralité d'un même type de virus, notre opinion se réserve[1].

IV. Tout au moins nos constatations éclairent-elles la question, si

---

[1] Les notions résumées en cette Note feront l'objet d'un Mémoire qui paraîtra dans un autre Recueil.

obscure jusqu'ici, des récidives de la fièvre aphteuse et appellent-elles, avec une étude comparative des virus des diverses origines, une réforme complète des méthodes d'étude de la redoutable épizootie [1].

La séance est levée à 16 heures et demie.

A. Lx.

---

[1] Qu'il s'agisse en fait de deux infections distinctes, que la clinique seule ne permet point de différencier, ou d'une seule infection tributaire d'au moins deux races de virus distinctes, il y a lieu de remarquer que la pratique de l'aphtisation, telle que divers auteurs la conseillent ou que nous l'avons préconisée nous-mêmes avec M. le Dr E. Roux, doit être totalement modifiée. Nous poursuivons, pour notre part, des recherches sur l'association des divers types de virus.